

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Studijní program M2301 – Strojní inženýrství

Strojírenská technologie
zaměření tváření kovů a plastů

Katedra strojírenské technologie
Oddělení tváření kovů a plastů

Výzkum vlivu antistatických přísad na velikost elektrostatického náboje u vyfukovaných dílů

Research on the impact of antistatic additives on the size of the electrostatic charge of blown parts

Filip Havel

KSP – TP -

Vedoucí diplomové práce: prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld – *TU v Liberci*
Konzultant diplomové práce: Ing. Petr Kůsa Ph.D. – *GDK s.r.o., Kolová*

Rozsah práce a příloh:

Počet stran.....80
Počet tabulek.....33
Počet příloh.....0
Počet obrázků....31

24.5. 2013

ANOTACE
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní

Katedra strojírenské technologie
Oddělení tváření kovů a plastů

Studijní program: M2301 – Strojní inženýrství

Diplomant: Filip Havel

Téma práce: Výzkum vlivu antistatických přísad na velikost elektrostatického náboje u vyfukovaných dílů

Research on the impact of antistatic additives on the size of the electrostatic charge of blown parts

Číslo DP: KSP – TP –

Vedoucí DP: prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld – *TU v Liberci*

Konzultant DP: Ing. Petr Kůsa Ph.D. – *GDK s.r.o., Kolová*

Abstrakt:

Tato diplomová práce se zabývá se vlivem antistatických přísad na velikost elektrostatického náboje u vyfukovaných dílů. V rešeršní části je stručně popsána technologie a stroje používané pro vyfukování plastů. Další část rešerše se věnuje světové produkci plastů jejich výhodám a nevýhodám. Jsou zde uvedeny problémy týkající se statické elektřiny, její eliminací a především antistatickým přísadám a jejich vlastnostem.

V experimentální části jsou popsány vyrobené vzorky, vyhodnoceny hodnoty z měření provedených na výrobcích s různými obsahy aditiv. Cílem práce je zjistit a navrhnout obsah aditiv ve výrobku s nejlepšími antistatickými vlastnostmi. Tato diplomová práce byla vypracována v rámci řešení projektu SGS 28005.

Abstract:

This diploma thesis it deals with the influence of antistatic additives on the size of the electrostatic charge of blown parts. The first part of the research briefly describes the technology and equipment used for blowing of plastics. Next part of the research focuses on the global production of plastics, their advantages and disadvantages. There are identified problems related to static electricity, their elimination and especially anti-static additives and their properties.

In the experimental section there are described the created samples, assessed values of measurements performed on products with different contents of additives. The aim of the thesis is to identify and propose content of additives in the product with the best anti-static properties. This diploma thesis was drawn up within the project SGS 28005.

Místopřísežné prohlášení:

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci, 24. 5. 2013

.....
Filip Havel

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod..... | 7 |
| 1.1 | Firma GDK | 7 |
| 2 | Teoretická část | 8 |
| 2.1 | Technologie vyfukování | 8 |
| 2.2 | Technologie vstřikovacího vyfukování..... | 8 |
| 2.3 | Technologie vytlačovacího vyfukování | 9 |
| 2.3.1 | Vyfukovací stroje..... | 10 |
| 2.3.2 | Vyfukovací forma | 12 |
| 2.3.3 | Mechanismus zavírání formy | 13 |
| 2.3.4 | Vytlačovací hlava..... | 14 |
| 2.3.5 | Regulace tloušťky stěny..... | 15 |
| 2.4 | Základní rozdělení plastů | 16 |
| 2.4.1 | Plasty a jejich světová produkce. | 16 |
| 2.4.2 | Výhody a nevýhody plastů..... | 17 |
| 2.4.3 | Rozdělení plastů:..... | 17 |
| 2.4.4 | Polypropylen | 22 |
| 2.5 | Elektrické vlastnosti plastů | 24 |
| 2.6 | Elektrický náboj | 24 |
| 2.7 | Problémy se statickou elektřinou | 25 |
| 2.8 | Způsoby eliminace statické elektřiny u výrobních procesů | 26 |
| 2.8.1 | Změna technologických parametrů | 26 |
| 2.8.2 | Zvýšení vodivosti výrobků..... | 26 |
| 2.8.3 | Metoda náhrady neboli ionizace výrobku | 27 |
| 2.9 | Antistatické přísady | 31 |
| 3 | Experimentální část..... | 35 |
| 3.1 | Měřený vzorek | 35 |
| 3.2 | Přístroj pro měření intenzity elektrostatického pole Model 775 | 37 |
| 3.3 | Použitý stroj | 39 |
| 3.4 | Podmínky procesu..... | 40 |
| 3.5 | Popis měření..... | 41 |
| 4 | Vyhodnocení výsledků..... | 72 |
| 5 | Závěr | 76 |
| 6 | Literatura..... | 77 |

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | | |
|------------|----------------------|----------------------------|
| T_m | [°C] | Teplota tání |
| D | [mm] | Průměr |
| P | [Pa] | Tlak |
| ϵ | [F.m ⁻¹] | Permitivita |
| PP | | Polypropylen |
| PVC | | Polyvinylchlorid |
| PE | | Polyetylen |
| PTFE | | Polytetrafluorethylen |
| PI | | Polyimid |
| PS | | Polystyren |
| PC | | Polykarbonát |
| POM | | Polyoxymethylen |
| PMMA | | Polymethylmethakrylát |
| ABS | | Akrylonitrilbutadienstyren |
| PA | | Polyamid |
| PTFE | | Polytetrafluorethylen |

1 Úvod

V dnešní době rychlého rozvoje plastikářského průmyslu a stále zvětšující se poptávce po výrobcích z plastu, je potřeba držet krok s moderními trendy výroby, ale také uspokojit požadavky zákazníků po kvalitních výrobcích. Ovšem se zvyšující se produkcí, je také potřeba v dnešní době hospodářské krize zlepšovat vlastnosti výrobků, ale hlavně pokusit se snížit náklady na jejich výrobu. Cena konečného výrobku je dnes jednou z nejdůležitějších faktorů.

Při výrobě a zpracování plastů vzniká elektrostatický náboj, který může způsobit vzájemné slepení výrobku nebo jeho přilepení k plochám stroje. V některých případech může být poškozen vlastní materiál a výboje mohou způsobit až průraz povrchu. V průmyslových procesech vyžadujících čisté prostředí případně čistý výrobek jako například balení potravin, léků, výroba polovodičů nebo lékařských přístrojů atd., je statická elektřina velkým problémem.

Z tohoto důvodu byla zadána tato diplomová práce, která se zabývá vlivem antistatických přísad na velikost elektrostatického náboje u vyfukovaných dílů. Cílem teoretické části je získat přehled o technologii vyfukování, plastech, jejich vlastnostech, výhodách a nevýhodách, o rizicích při jejich zpracování a především o eliminaci nepříznivých jevů při výrobě a také u konečného výrobku.

V praktické části bylo cílem vyhodnotit vliv aditiv s různými poměry a navrhnout řešení pro zlepšení antistatických vlastností.

1.1 Firma GDK

Společnost GDK byla založena v roce 1993 a zabývá se stavbou strojů pro zpracování plastů. Výrobní program firmy tvoří vyfukovací stroje, které slouží pro výrobu dutých těles z plastů. Typickými výrobky jsou zejména obaly, např. lahve a kanystry, které nacházejí své uplatnění při balení, uchování a přepravě produktů jako je bytová chemie nebo potraviny. Další skupinu tvoří technické výrobky jako např. vzduchové potrubí, zásobníky provozních tekutin v automobilu nebo výrobky pro použití ve zdravotnictví. [1]

2 Teoretická část

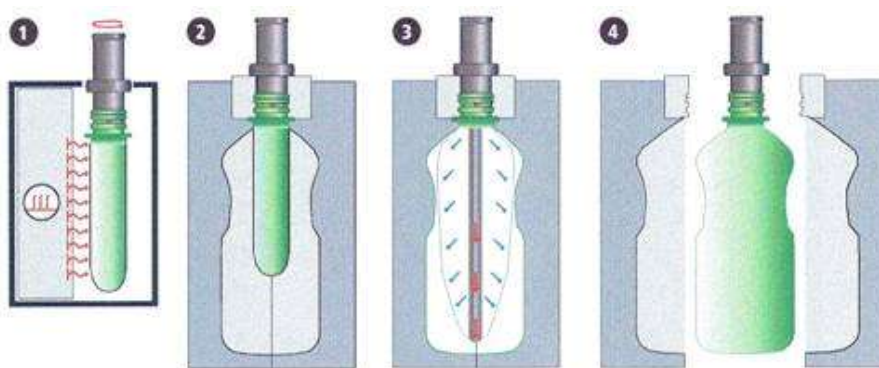
2.1 Technologie vyfukování

Touto technologií se rozfukuje ohřátý plastový polotovár do dutiny formy. Polotovárem může být dutý předlisk zhotovený vstřikováním nebo parizon. Oba polotovary mají své výhody i nevýhody. [2]

2.2 Technologie vstřikovacího vyfukování

Vstřikovací vyfukování používáme především k výrobě malých a tvarově složitých těles. Ve vstřikovací formě se na upravený trn nastříkne tavenina určitého plastu. Tímto krokem je vyroben polotovár včetně hrdla a dna. Dále rozlišujeme, zda je proces vyfukování oddělen (viz. obr. 1), nebo je výlisek ihned tvářen. Při okamžitém tváření se ihned po nastříknutí plastu, dokud je hmota v plastickém stavu, přenesou trn do formy nebo se naopak přenesou forma k trnu po odsunutí vstřikovací formy. Následuje vyfouknutí stlačeným vzduchem do tvaru tvarové dutiny formy. Dále je proces chlazení, tuhnutí výrobku, otevření formy a následné vyhození z trnu stlačeným vzduchem. Tímto způsobem lze vyrábět předlisky s proměnnou tloušťkou stěny a tak lze dosáhnout lepší vzhledu a tuhosti u odstupňovaných výrobků.

Nevýhodou je potřeba dvou forem, plast musí být vhodný pro vstřikování i vyfukování. Velikost výrobků je dána velikostí předlisku. [3], [4]



Obr. 1: Princip vstřikovacího vyfukování s přerušovaným procesem [20]

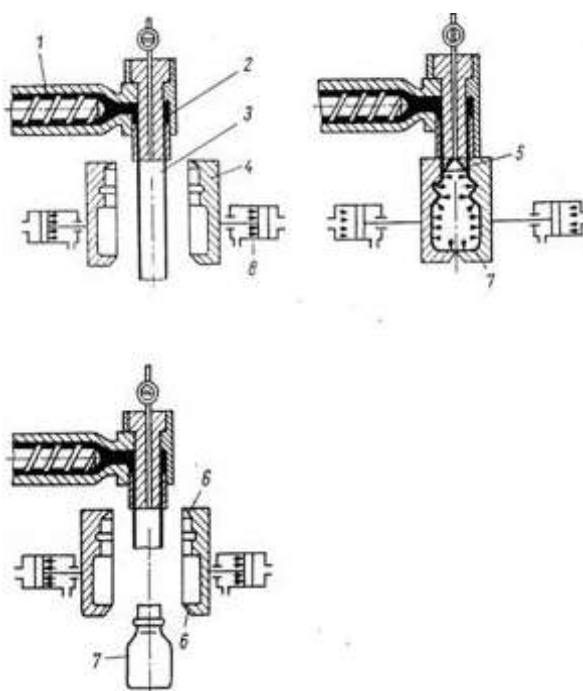
1 – Ohřev tvarové části předlisku, 2 – Přesun do vyfukovací formy, 3 – Vyfukování, 4 – Chlazení, Vyhození

2.3 Technologie vytlačovacího vyfukování

V dnešní době nejrozšířenější způsob výroby dutých těles. Strojem, který má přímou nebo příčnou vytlačovací hlavu je vytlačen polotovar tzv. parizon. Tento polotovar ve tvaru trubky, stále ještě v plastickém stavu, se odřízne, jakmile je dosaženo požadované délky. Střížný nástroj přenesení parizon do formy, kde je nasazen na trn nebo ho přidrží do doby, dokud nepřijede forma. V době kdy je forma uzavřena, dojde ke svaření dna, případně vylišování hrdla a vnitřního průměru. Poté se pomocí trnu přivede stlačený vzduch a dojde k vyfouknutí. Po následném ochlazení jsou z výrobku odstraněny přetoky (viz. Obr. 2). Výrobek je pneumaticky nebo mechanicky odsunut z pracovního prostoru.

Další možností vyfukování parizonu je, že se po zavření formy přivádí stlačený vzduch pomocí jehly, která se do parizonu vpichuje z boku v jeho části např. těsně nad hrdlem budoucí láhve. Tato část se následně odřízne.

Přímým vytlačováním parizonu se vyrábějí pouze menší dutá tělesa. Nevýhodou metody je poměrně malá přesnost výrobků a velký odpad. [1], [2], [3]

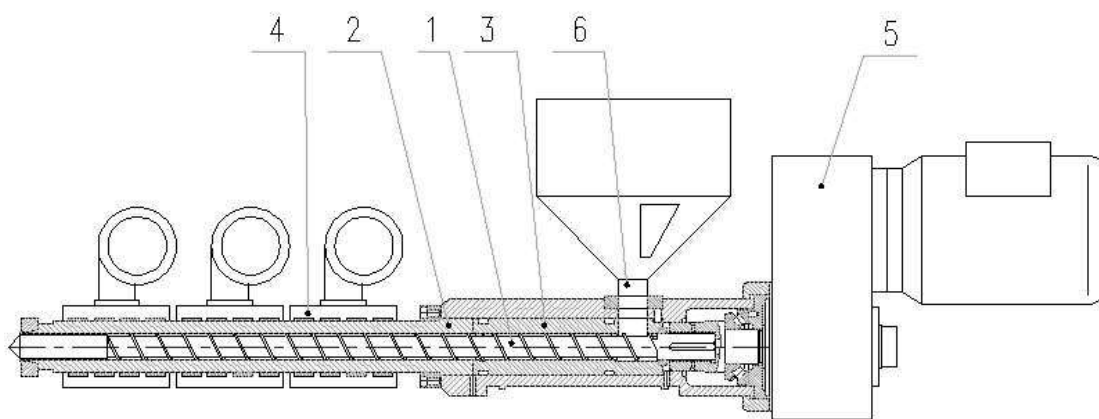


Obr. 2: Princip vytlačovacího vyfukování [20]

1 – Vytlačovací stroj, 2 – Příčná hlava, 3 – Parizon, 4 – Vyfukovací forma, 5 – vzduch, 6 – svařovací hrany, 7 – Výrobek, 8 – Uzavírací mechanismus

2.3.1 Vyfukovací stroje

Stroje pro vyfukování dutých těles se skládají z vytlačovací hlavy, vyfukovací jednotky, kterou tvoří zavírací a vyfukovací mechanismus včetně formy. U vytlačovacího vyfukování se používají šneky s celkovou délkou pohybující se mezi 15-20 D. Vytlačovací hlava musí zajistit konstantní tloušťku parizonu. Šnek musí pracovat bez pulzací. U složitějších strojů lze měnit tloušťku průřezu parizonu v závislosti na jeho délce, takže lze i na dutém výrobku dosáhnout rovnoměrné tloušťky stěny i při různých průměrech v jednotlivých místech. [1], [3]



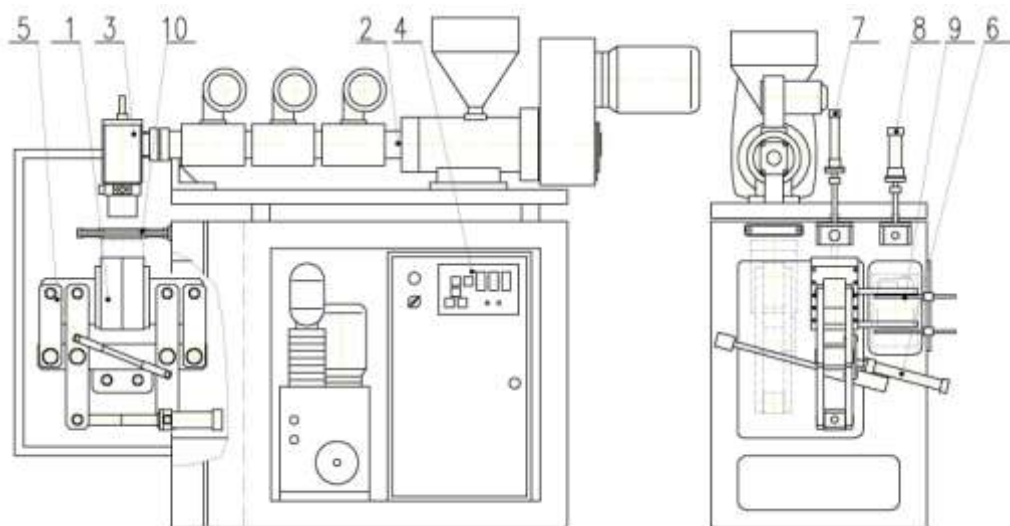
Obr. 3: Základní komponenty vytlačovacího stroje [1]

1 – Šnek, 2 – Pracovní válec, 3 – Drážkovaná vstupní zóna, 4 – Tepelně-chladicí jednotka, 5 – Pohon vč. axiálního uložení šneku, 6 – Násypka

Z hlediska kvality povrchu a mechanických vlastností je potřeba zajistit co nejvyšší teplotu taveniny. Při vysoké teplotě taveniny však nastává velké prodloužení parizonu během vytlačování, což ovlivňuje tloušťku stěny. V opačném případě, není-li zajištěna správná teplota taveniny, je také nerovnoměrná tloušťka stěny a není zaručeno rovnoměrné svaření parizonu. Dojde rovněž ke snížení mechanických vlastností výrobku. U vyfukování je také důležitý tlak vzduchu. Tlak bývá v rozmezí 0,4-1 MPa. Je velmi důležité, aby tlak vzduchu působil na parizon po celou dobu chladnutí. V opačném případě by mohlo dojít k nežádoucím deformacím. [1], [3]

Dle konfigurace je můžeme rozdělit na stroje jednoformové a víceformové. Jestliže stroj pracuje se dvěma formami, pak se přisunují pod vytlačovací hlavu střídavě. Zatímco se první forma s parizonem přesune do pozice pro vyfukování, probíhá vytlačování parizonu pro formu druhou. Výkon stroje lze dále zvýšit

použitím vícecestných vytlačovacích hlav (obvykle dvou až pěticestných). To znamená, že počet vyrobených výrobků v jednom pracovním cyklu stroje je násobkem počtu otisků v jedné cestě formy a počtu cest vytlačovací hlavy. [1]



Obr. 4: Základní komponenty vyfukovacího stroje [1]

1 – Forma, 2 – Vytlačovací stroj (Extruder), 3 – Vytlačovací hlava, 4 – Řízení stroje a agregáty pohonu, 5 – Mechanismus zavírání formy, 6 – Pojezd (vozík) formy, 7 – Mechanismus vyfukování, 8 – Dodatečné chlazení výrobků, 9 – Oddělování přetoků a výstup výrobků, 10 – Oddělování parizonu

2.3.1.1 Konstrukce a typy šneků

Nejdůležitější funkční částí vytlačovacího stroje je šnek. Šneky se dělí podle konstrukce na:

- Obyčejné
- Diferenciální

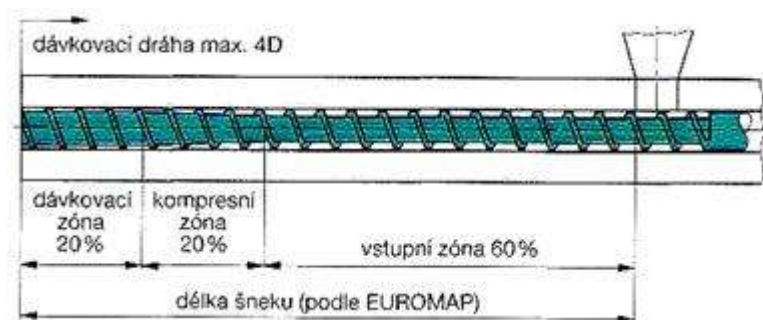
Obyčejné šneky:

-mají stoupání závitu po celé délce stejné a mají neměnnou hloubku šnekového profilu.

Diferenciální šneky:

-mají proměnnou hloubku profilu při konstantním stoupání závitu, nebo naopak mají konstantní hloubku profilu při proměnném stoupání.

Diferenciální šneky jsou charakteristické svým kompresním poměrem. Kompresní poměr udává poměr objemu šnekového závitu pro jedno stoupání na konci šneku k objemu závitu pod násypkou. Obvykle bývá 1,5 až 4,5.



Obr. 5: Diferenciální šnek [20]

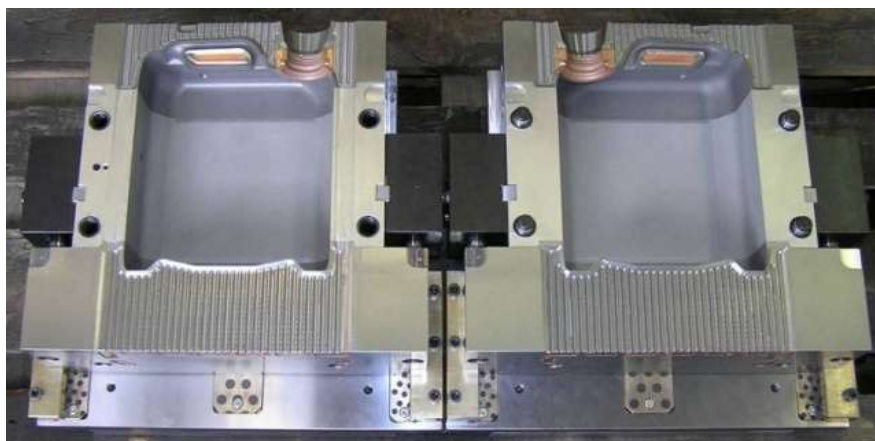
Šneky pro vytlačování termoplastů mají tři pásma lišící se svou funkcí a hloubkou drážky.

- 1) Pásmo vstupní – pásmo zvané dopravní, zde se granulovaný nebo aglomerovaný polymer zachytí, předehtřívá a stlačí.
 - 2) Pásmo přechodové – zvané kompresní, hloubka drážky se zmenšuje, dochází ke stlačování plastu, plastikaci a homogenizaci s případnými přísadami.
 - 3) Pásmo výstupní – zvané homogenizační. V homogenizačním pásmu se dokončuje plastifikace materiálu a zajišťuje jeho teplotní homogenizace. Tavenina je pod tlakem kontinuálně vytlačována do vytlačovací hlavy.
- [1], [3], [4]

2.3.2 Vyfukovací forma

Vnitřní tlak při provozu vyfukovacích forem je významně nižší než například ve formách pro vstřikování (Porovnáváme hodnoty 0.6-0.8 MPa a řádově desítky MPa). To vede k nižším uzavíracím silám a menšímu namáhání formy. Tomuto faktu je přizpůsobena i jejich konstrukce. Rámy forem se většinou vyrábějí z oceli, tvarové části (dutiny) pak pro svou vysokou tepelnou vodivost ze slitin hliníku. Zvlášť namáhané části forem jako svařovací a střížné hrany mohou být vyrobeny z nástrojových ocelí. Důležitým aspektem při návrhu vyfukovacích forem je správná konstrukce střížných hran, mezi kterými dochází ke stisknutí parizonu, jeho svaření a

následnému oddělení přetoku. Dalším důležitým detailem je odvzdušnění formy. Vzduch uzavřený v dutině formy musí rychle uniknout před plněním se parizonem. To umožní dokonalý kontakt parizonu s formou a správné vytvarování výrobku. Neméně důležitým konstrukčním faktorem je vhodně navržený temperanční systém, který zajišťuje přenos tepla z taveniny plastu přes formu do temperančního média. [1], [3]

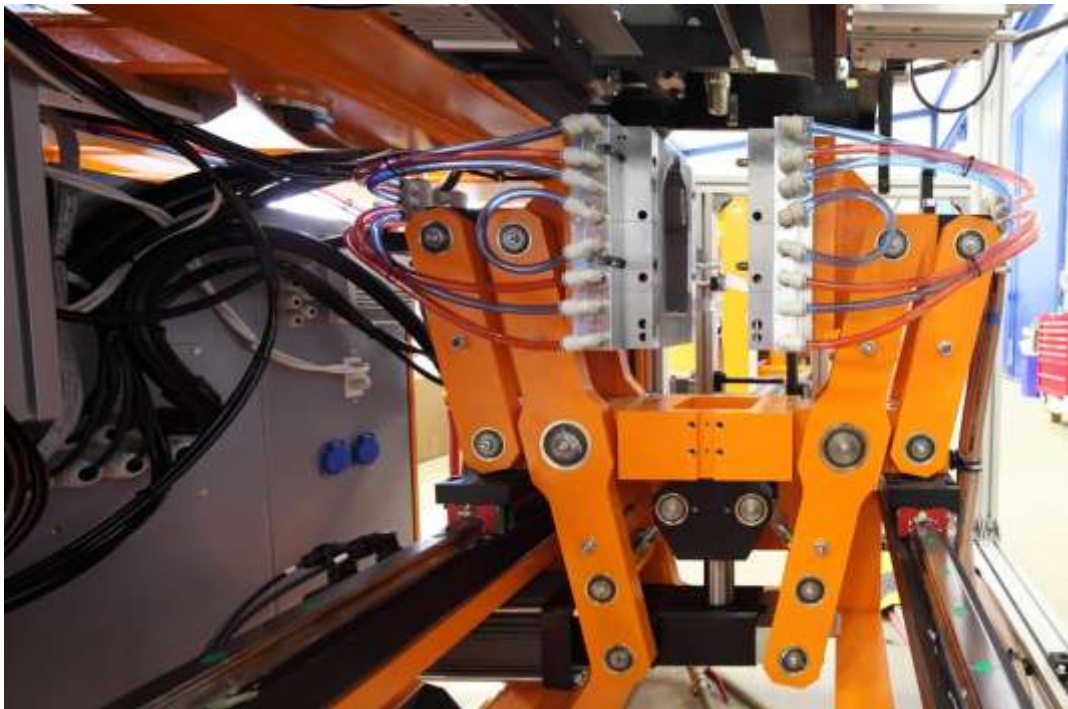


Obr. 6: Vyfukovací forma [21]

2.3.3 Mechanismus zavírání formy

Jednotlivé poloviny formy se na vyfukovací stroj připevňují pomocí upínacích desek, které jsou součástí mechanismu zavírání formy (viz. obr. 7). Tento mechanismus vyvozuje zavírací sílu, která je potřebná pro stisknutí parizonu na střížných a svařovacích hranách formy a také pro udržení zavřené formy během vyfukování.

Zavírací síla je generována pomocí elektrického event. hydropneumatického pohonu. [1]



Obr. 7: Mechanismus zavírání formy [1]

2.3.4 Vytlačovací hlava

Vytlačovací hlava (viz. obr. 8) slouží k rozvodu taveniny plastu přiváděné z extruderu do podoby svisle tekoucí taveniny tvaru trubky kruhového průřezu s rozdílnou tloušťkou stěny po své délce (parizonu). Podle vnitřní konstrukce se dělí na hlavy s děličem taveniny, na hlavy s jádrem a na hlavy spirální. Jejich použití je rozdílné dle typu zpracovávaného polymeru. Společnými konstrukčními prvky všech typů hlav jsou jejich výstupní části, které tvoří vytlačovací hubice a vytlačovací trn. Jejich vzájemnou polohou je dána tloušťka stěny parizonu, která má limitující význam na stabilitu technologie a finální kvalitu výrobků. Návrh geometrie hubice a trnu je obvykle prováděn současně s konstrukcí formy.

Rozdělení vytlačovacích hlav

- Přímé vytlačovací hlavy
- Nepřímé vytlačovací hlavy
- Širokoštěrbínové vytlačovací hlavy
- Speciální vytlačovací hlavy [1], [3]



Obr. 8: Vytlačovací hlava a forma [1]

2.3.5 Regulace tloušťky stěny

Jedním ze základních požadavků na kvalitu vyfukovaných výrobků je zachování rovnoměrné tloušťky stěny jak po obvodu, tak i po jeho délce. To lze zajistit pouze plynulým nastavením tloušťky stěny parizonu po délce během vytlačování. Pro partie výrobku s požadavkem na větší příčné prodloužení parizonu systém regulace nastaví jeho větší tloušťku. Vlastní regulace probíhá podle předem nastaveného profilu vzájemným posuvem výstupních částí vytlačovací hlavy. Další problém, který řeší plynulá regulace tloušťky stěny je protahování parizonu během vytlačování vlivem gravitace a vlastní hmotnosti. Následkem je jeho ztenčování v horní partii pod vytlačovací hubicí. Postupným zvětšováním tloušťky stěny během vytlačování je možné tento jev kompenzovat. [1]

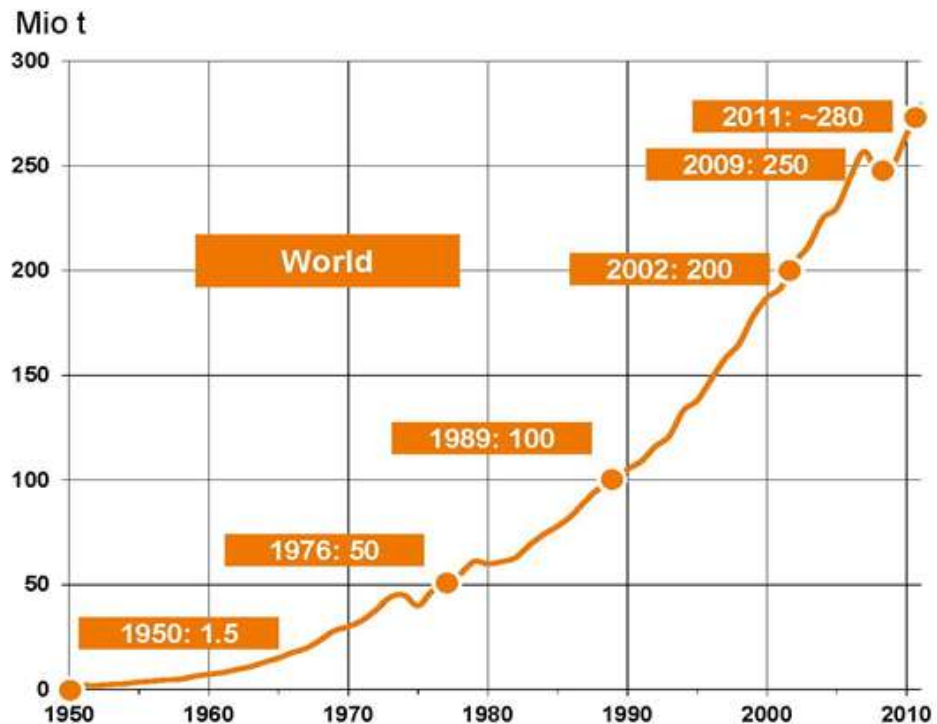
2.4 Základní rozdělení plastů

Prvním plastem vůbec byl parkesin zvaný umělá slonovina, chemicky nitrát celulózy. Parkesin vynalezl Angličan Alexander Parkes v roce 1855.

Prvním plně syntetickým plastem byl bakelit – je to reaktoplast vznikající polykondenzací fenolu a formaldehydu (1909). Například polyethylen byl poprvé objeven Hansem von Peckmannem v roce 1891. Po první světové válce se začaly vyrábět první vinylové plasty (PVC, polystyren), v 30. letech minulého století byla objevena syntéza prvního polyamidu (Nylonu). Ve stejné době také začíná prudký rozmach výzkumu i výroba většiny dalších plastů používaných dodnes. Do každodenního života vstoupily plasty (a výrobky z nich) masivně až po II. světové válce, jako levná náhrada klasických materiálů jako jsou např. dřevo, sklo, ocel a jiné kovy, atd. [5]

2.4.1 Plasty a jejich světová produkce.

V dnešní moderní době se na světě vyrábí tisíce různých druhů plastů, ale pouze šest druhů představuje skoro 80% produkce a 70% výroby pouze tři druhy, a to polyvinylchlorid, polyolefiny a styrenové hmoty. Trend výroby termoplastů směřuje dvěma směry. Prvním směrem je výroba a vyvíjení stále nových druhů a druhý je úprava současných polymerů. Výroba plastů patřila v uplynulých letech k nerychleji se rozvíjejícím odvětvím průmyslu i v dnešní době v důsledku hospodářské krize je očekáván poměrně velký růst (viz. obr. 9). Je to částečně způsobeno tím, že plastikářský průmysl a jeho výrobky slouží jako komponent dalších odvětví jako je stavebnictví, strojírenství, potravinářský průmysl, automobilový průmysl, elektrotechnický průmysl atd. [3], [6], [7]



Obr. 9: Celosvětová produkce plastů (mil. tun) [22]

2.4.2 Výhody a nevýhody plastů

Mezi jejich bezpochyby největší přednosti patří především nízká měrná hmotnost a výborné zpracovatelské vlastnosti, nízká cena konečných výrobků, chemická odolnost, elektrická nevodivost, tlumení rázů a chvění.

Jejich nevýhodou jsou nízké mechanické vlastnosti, kríp, křehkost při nízkých teplotách a v dnešní době bohužel nemůžeme pominout jejich ekologickou zátěž. [3]

2.4.3 Rozdělení plastů:

Plasty můžeme dělit podle následujících hledisek:

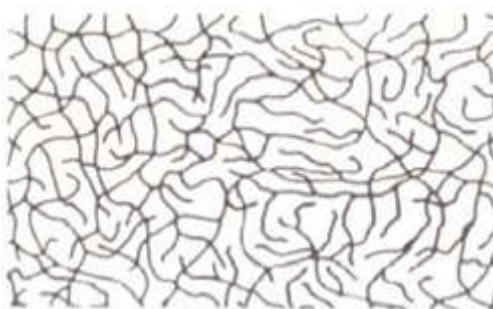
1. dle teplotního chování:
 - a) Termoplasty - jedná se o materiály, které při vyšších teplotách přecházejí do plastického stavu a do stavu newtonovských kapalin. Přičemž tyto teplotou nastalé změny se mohou teoreticky neomezeně opakovat. Nedochází zde totiž ke změnám chemické struktury.

Termoplasty jsou polymery složené z lineárních makromolekul s dlouhými řetězci, které jsou u sebe drženy mezimolekulárními interakcemi. Při zvýšení teploty interakce termoplastů slábnou a polymer se stává měkkým. Zpět do tuhého stavu se vrátí po ochlazení. Díky uvedeným vlastnostem patří termoplasty k výborně zpracovatelným materiálům.

- b) Reaktoplasty – dříve nazývané termosety, duromery nebo duroplasty. Jsou to zesíťované polymery, které lze z počátku tvářet avšak do určité teploty. Po překročení této teploty dochází k zesíťování struktury k tzv. vytvrzení. Jakmile je zesíťování dokončeno není možné reaktoplast roztavit ani rozpustit, dojde pouze k rozkladu plastu tzv. degradaci.
- c) Kaučuky, pryže – jsou to polymery, jejichž chemická reakce se nazývá vulkanizace.

2. Dle nadmolekulární struktury

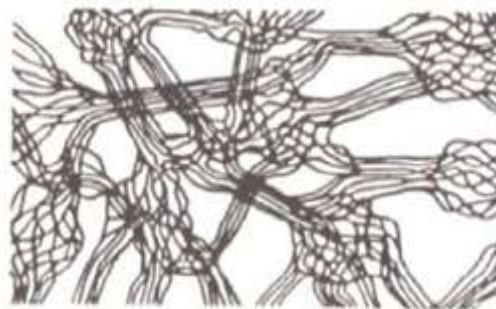
- a) Amorfní plasty – makromolekuly zaujímají nahodilou polohu (viz. obr. 10), (PS, PC, PMMA atd.). K jejich charakteristickým vlastnostem patří vysoká pevnost, tvrdost, křehkost. Použitelnost uvedených plastů je do teploty zesíťování T_g .



Obr. 10: Struktura amorfního termoplastu [20]

- b) Semikrystalické plasty – mají určitý stupeň uspořádanosti, který označujeme jako stupeň krystalinity (viz. obr. 11) (rozmezí 40% -

90%). Označují se jako semikrystalické, protože nemohou dosáhnout 100% uspořádanosti (PP, PE, PA, PTFE atd.).



Obr. 11: Struktura semikrystalického termoplastu [20]

Jsou charakteristické svou houževnatostí. Pevnost a modul pružnosti se zvyšuje se stupněm krystalinity. Použitelnost uvedených plastů je do teploty tání T_m .

3. Dle druhu přísad

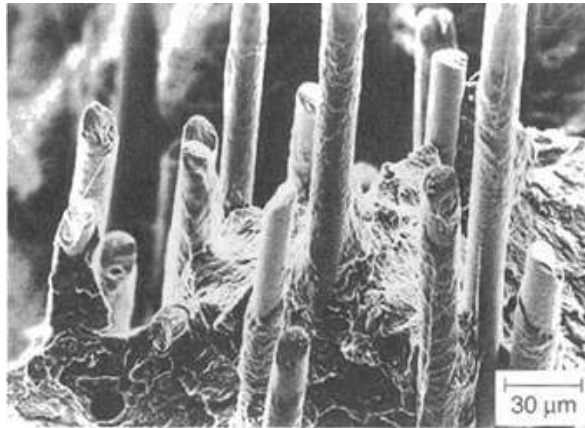
- a) Plněné plasty – přísady ovlivňují fyzikální a mechanické vlastnosti plastu. Základní a mechanické vlastnosti určuje makromolekulární látka, která zároveň slouží jako pojivo.

Používané přísady:

Plniva – používají se ke zlepšení mechanických vlastností, tvarové stálosti, chemických vlastností nebo zlevňují základní materiál.

Plniva dělíme na:

- nevyztužující sloužící především ke zlevnění ceny materiálu.
Většinou ve formě prášků (kaolin, křída atd.)
- vyztužující (skleněná vlákna, uhlíková vlákna atd.)

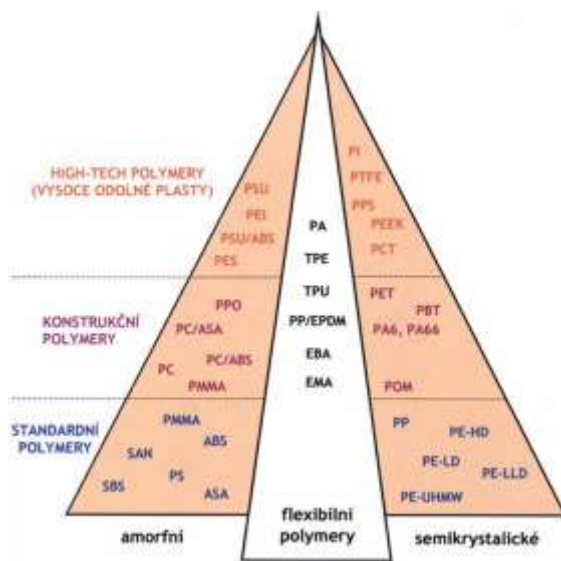


Obr. 12: Struktura plastu plněného skelnými vlákny [20]

- ostatní plniva např. práškové kovy, zlepšují tepelnou vodivost plastů. K dalším patří saze, které zvyšují odolnost proti UV záření atd.
 - stabilizátory, které snižují degradaci plastu a zvyšují životnost součástí.
 - maziva, zabráňují ulpívání materiálu na stěnu formy a usnadňují zpracování polymeru tím, že snižují viskozitu polymeru. Používáme oleje, tuky, vosky atd.
 - barviva dodávají výrobkům požadovaný barevný odstín. Obsah barviv se pohybuje do 10%. Jsou to barevné pigmenty anorganických sloučenin kovů například oxidy železa. Pokud je třeba zachovat hmotu průhlednou, používají se organická barviva rozpustná v polymeru například lihové roztoky.
 - tvrdidla zapříčiňují vytvrzení plastu pomocí vzniku příčných vazeb mezi makromolekulami.
 - retardéry zpomalují hoření plastů nebo přímo zabráňují zapálení plastu. Tyto retardéry se nejčastěji používají u filmových pásků
 - nadouvadla se po zahřátí na teplotu zpracování rozkládají v plynné látky vytvářející lehčené plasty
 - antistatika snižují intenzitu elektrostatického náboje na povrchu materiálu
- b) Neplněné plasty – u neplněných plastů neovlivňují přísady vlastnosti polymerní matrice.

4. Dle polarity
 - a) Polární plasty – mají trvalý dipól (např. PA nebo některé pryskyřice)
 - b) Nepochární plasty – nemají trvalý dipól (např. PE, PP, PS atd.)
5. Dle chemické struktury plastů

Dělí se např. na polyamidy, polyolefiny styrenové plasty atd. [1]
6. Podle aplikace a konstrukční složitosti
 - a) Plasty pro široké použití – polyolefiny (PP, PE, polystyrenové hmoty (PS), polyvinylchlorid (PVC), formaldehydové (PF)
 - b) Plasty pro inženýrské aplikace – polyamidy (PA), polykarbonáty (PC), polyoximetylén (POM), polymethylakrylát (PMMA), polyuretan (PU), epoxidové (EP) a polyesterové (UP) pryskyřice.
 - c) Plasty pro špičkové aplikace – polysulfon (PSU), polyfenylénsulfid (PPS), polytetrafluorethylen (PTFE), polyamidy (PI) atd.



Obr. 13: Rozdělení polymerů dle aplikace a jejich nadmolekulární struktury [20]

7. Podle původu
 - a) Přírodní – plasty na bázi např. kaseinu, latexu, celulózy
 - b) Syntetické – vyrábějí se chemickou cestou [3],[15],[16]

2.4.4 Polypropylen

Měřené vzorky v experimentální části diplomové práce byly vyrobeny z polypropylenu. Polypropylen (PP) je jedním z nejpoužívanějších polyolefinů. Je používán v extrémně široké škále aplikací vzhledem k jeho nízké ceně a nízké hustotě, ať už průhledný nebo zabarvený pigmenty. PP a jeho směsi nacházejí široké uplatnění, jako jsou obaly na potraviny, tkaniny, automobilové součásti, lékařské přístroje a spotřební zboží.

Prodává se pod obchodním názvem *Triplen, Tatren, Mosten*, atd. PP má blízké fyzikálně-chemické vlastnosti jako polyetylen. Křehne při nízkých teplotách, měkne kolem 140-150°C, taví se kolem 160-170°C. PP je odolný vůči alkoholům, olejům, organickým rozpouštědlům. Dobře se rozpouští v xylenech nebo tetrahydronaftalenu. Má výbornou mechanickou a chemickou odolnost.

Vlastnosti PP jsou dány použitou polymerací a použitými katalyzátory. Základní jednotka PP je lineární polymer a je kategorizován jako polyolefin. Charakteristická je methylová skupina (CH_3). V souvislosti na prostorovém uspořádání těchto skupin k hlavnímu uhlíkovému -C-C- řetězci rozlišujeme mezi ataktickým PP (a-PP) s nepravidelným uspořádáním skupin -CH_3 , izotaktickým PP (i-PP) s CH_3 skupinami na jedné straně uhlíkového řetězce a syndiotaktickým PP (s-PP) se střídavým uspořádáním skupin -CH_3 . Ataktický polypropylen má nízký bod tání a je prakticky nežádoucím produktem. Vyrůstající takticita (pravidelnost CH_3 uspořádání) je doprovázena vzrůstem stupně krystalinity, teploty tavení, pevnosti v napětí, pevnosti a tvrdosti.

Většina procesů, používaných pro výrobu polypropylenu, je velmi podobná procesům, používaných k výrobě vysoko hustotního polyetylenu. Obvykle používáme dva různé typy výroby polypropylenu:

Proces v plynné fázi - U procesů v plynné fázi vstupuje do kontaktu plynný propylen s tuhým katalyzátorem, který je důkladně rozptýlený v suchém prášku polymeru. Velmi často je tento katalyzátor používán jako suspenze v minerálním oleji. Průmyslově se používají dvě rozdílné metody, které se liší metodou výměny tepla. Procesy Union Carbide/Shell používají modifikovaný systém Unipol s fluidním ložem. BASF a Amoco používají mechanicky míchaná

suchá prášková lože s odpařovacím chlazením ve vertikálních nebo horizontálních autoklávech (reaktorech).

Procesy v suspenzi - Propylen, rozpouštědlo (např. C6 - C7 nasycené uhlovodíky), katalyzátor a kokatalyzátor jsou kontinuálně vnášeny do reaktoru, který může být buď se smyčkou, nebo míchaný. Polymerace probíhá při teplotách 50-80°C a tlacích pod 2 MPa. Polypropylen tvoří malé práškovité částice suspendované v rozpouštědle. Malé množství ataktického polypropylenů se vytvoří jako vedlejší produkt v polymeračním kroku, který se částečně rozpustí v rozpouštědle. Suspenze je kontinuálně odebírána z posledního reaktoru poté, co byl nezreagovaný propylen odstraněn ze suspenze a recyklován do reaktoru. Výroba na jediné suspenzní jednotce v ČR byla ukončena v roce 2002.

Novodobé procesy v suspenzi používají kapalný monomer místo rozpouštědla. Z uvedeného důvodu mohou být tyto procesy považovány za procesy v bloku. V ČR je sestavena jednotka plynofázní polymerace (proces BP/AMOCO), principem jsou dva vertikální reaktory v tandemovém uspořádání (viz. obr. 14). Kapacita jednotky je 250 kt/rok. [6],[7]



Obr. 14: Vertikální reaktor v tandemovém uspořádání [7]

2.5 Elektrické vlastnosti plastů

Plasty se používají pro výrobu řad výrobků z každodenního života. Mezi nejznámější patří obaly, filmy atd. Plasty mají výborné elektrické izolační vlastnosti. Ovšem nevýhodou vysokého izolačního odporu je vlastnost snadného nabíjení statickou elektřinou. Platí to především pro plasty s vnitřním odporem větším než $10^{10} \Omega\text{m}$. Opačnou skupinu tvoří plasty s vnitřním odporem menším, než $10^6 \Omega\text{m}$. Tyto plasty se nenabíjí vůbec. Přidáním kovového prášku, sazí nebo grafitu můžeme měrný odpor výrazně snížit, ale za cenu změny vlastností plastů. Z již zmíněného důvodu se v současné době vyrábějí polymery s antistatickými přísadami, které brání tvorbě elektrostatického náboje.

Elektrická vodivost plastů se nazývá konduktivita. Vyjadřuje míru pohyblivosti iontů v hmotě.

S elektrickou vodivostí souvisí elektrická průrazová pevnost. Tato vlastnost je definována jako intenzita elektrického pole, při které se plast v určitém místě stane natolik vodivý, že nastane průraz. V materiálu jsou totiž místa s vyšší vodivostí, kde se může vytvořit průchod pro elektrický proud v podobě oblouku nebo jiskry. Tyto místa jsou způsobeny nehomogenitou materiálu.

Plasty jsou dobré izolanty i dielektrika. Mezi dielektrické vlastnosti, které vyjadřují míru polarizovatelnosti dané hmoty, řadíme permitivitu ϵ a ztrátový součinitel $\text{tg } \delta$.

Součin permitivity a ztrátového součinitele se nazývá ztrátové číslo. Vyjadřuje dielektrické ztráty představující část energie střídavého pole, které se při průchodu dielektrikem mění v teplo. Při používání plastů jako izolantů v zařízeních s vysokou frekvencí požadujeme ztrátové číslo co nejmenší. Naopak u ohřevu plastů např. u svařování fólií je výhodné ztrátové číslo co největší. [3], [4], [7],

2.6 Elektrický náboj

Od 6. století př. n. l, řecký filozof Thales pozoroval přitažlivé síly, vznikající jako důsledek tření jantaru. Řecké slovo pro jantar je ἤλεκτρον (elektron), toto slovo se poté stalo zdrojem pro současné slovo "elektřina". V dnešní době nazýváme zdroje těchto sil elektrické náboje. Elektrické náboje vznikají třením na povrchu některých

materiálů. Existují jen dva druhy elektrického náboje (kladný a záporný). Dva náboje stejného druhu se odpuzují, dva náboje opačného druhu naopak přitahují. Dva druhy „elektřiny“ poprvé rozlišil Charles Francois Dufay.

William Gilbert jako první prováděl měření elektrického silového působení a jako první ho odlišil od působení magnetického. William Gilbert zavedl pojem elektřina. Zákonitosti silového působení nezávisle na sobě kvantitativně popsali Henry Cavendish a Charles August Coulomb, podle kterého je nazván Coulombův zákon.

Třebaže elektrostatické síly se zdají být dosti slabé, elektrostatická síla působící mezi elektronem a protonem v jádře vodíkového atomu je asi o 40 řádů silnější než jejich vzájemné gravitační přitahování.

Elektrostatické silové působení je možné prokazovat na příkladech, jako je přilnavost plastového sáčku k ruce, při česání suchých vlasů hřebenem (přitažlivost vlasů a hřebenu) nebo hromadění prachu na televizní obrazovce.

Na principu elektrického odpuzování stejných nábojů je založen elektroskop. Elektrostatické přitažlivé síly jsou využívány v xerografii (v kancelářských kopírkách a tiskárnách) nebo v elektrostatických odlučovačích (filtrech) např. u průmyslových kouřovodů. [5], [8]

2.7 Problémy se statickou elektřinou

Statická elektřina způsobuje značné problémy při mnoha průmyslových činnostech. Každý se někdy setkal bezpočtem výbojů statické elektřiny při vystupování z auta, při dotyku zábradlí atd.; výboje mohou dosahovat až desítek kilovoltů. V průmyslu při výrobě a zpracování plastů mohou dosahovat až stovek kilovoltů. Tyto výboje jsou značně nepříznivé, a přestože nedochází ke zranění osob, způsobují značné snížení produktivity práce i koncentrace pracovníků na plnění daného úkolu. Někdy mohou být závažnější až druhotné následky, jako např. pád z výšky. Jestliže se elektrostatické výboje objeví v prostředí s přítomností benzinů nebo různých hořlavých prachů, jde opravdu o nebezpečnou kombinaci s možnými fatálními následky. Naproti tomu výboj i pouhých několika desítek voltů může zničit

nebo poškodit polovodičové komponenty, někdy se tento problém projeví až u konečného uživatele celého přístroje.

Při výrobě a zpracování plastů, se materiál může vzájemně slepit nebo přilepit k plochám stroje. Při převíjení nebo řezání velkých rolí vznikají velké náboje, které opět způsobí výboje směrem k obsluze stroje nebo mohou zapříčinit zničení řídicí elektroniky stroje. V některých případech může být poškozen vlastní materiál, výboje mohou způsobit až průraz povrchu. V průmyslových procesech vyžadujících čisté prostředí případně čistý výrobek jako například balení potravin, léků, výroba polovodičů nebo lékařských přístrojů atd., je statická elektřina velkým problémem. [8], [9]

2.8 Způsoby eliminace statické elektřiny u výrobních procesů

Nabité povrchy výrobků nebo jejich částí přitahují nečistoty, které kontaminují výrobek a způsobí vznik zmetků. Většinu uvedených problémů vzniklých vlivem statické elektřiny je možné úspěšně řešit, jakmile je problém analyzován a jsou použity vhodné metody. [9]

2.8.1 Změna technologických parametrů

Změna technologických parametrů při vlastní výrobě jako např. změna teploty taveniny, otáček šneku, nebo změna teploty formy atd. Jelikož jsou již většinou stroje nastaveny na maximální výkon a vzhledem k ekonomické stránce a složitosti výrobních procesů je tato metoda nejméně efektivní a vyžaduje značné časové a technické prostředky. Tato metoda hlavně neřeší antistatické problémy z hlediska časového.

2.8.2 Zvýšení vodivosti výrobků

Kdyby mohl být izolant vyroben vodivý, mohl by být také neutralizován uzemněním.

Ke zvýšení vodivosti můžeme použít jednu z následujících metod:

- Navlhčením

Materiály, které jsou hygroskopické, mají schopnost absorbovat vlhkost. V uvedeném případě se materiál stává dostatečně vodivým pro eliminaci elektrostatických nábojů. Dále ovšem také záleží na rychlosti, s jakou bude materiál vlhkost absorbovat.

U nehygroskopických materiálů potřebné množství vlhkosti účinné pro rozptýlení elektrostatického náboje by nebylo v podstatě použitelné pro většinu průmyslových účelů. V ojedinělých případech může velká relativní vlhkost vzduchu vyvolat jiné výrobní problémy (vznik koroze, problémy při pájení atd.).

- Antistatickými chemickými povlaky

Antistatické chemické povlaky jsou aplikovány na nevodivé předměty stříkáním, natíráním nebo namáčením. Tato vodivá plocha je schopna rozptýlit elektrostatické náboje. Přísady nevytvářejí vodivou plochu, nýbrž absorbují vlhkost ze vzduchu, která vytvoří vodivou vrstvu.

- Použitím antistatik do polymerních materiálů

Použití antistatických aditiv se používá při výrobě produktů, kde nesmí vzniknout statická elektřina (antistatické výrobky např. při výrobě elektroniky).

- Použitím uhlíku jako plnidla

- Použitím kovových pilin

Dojde ke zvýšení vodivosti základního materiálu. Jsou tím ovšem značně ovlivněny jeho vlastnosti. [3], [4], [9], [10]

2.8.3 Metoda náhrady neboli ionizace výrobku

Nedostatek nebo přebytek elektronů, a tím záporný nebo kladný náboj na povrchu výrobku, lze snadno odstranit přidáním opačného náboje. Tento proces umožňuje ionizace, jedná se o štěpení atomů nebo molekul vzduchu na kladné a

záporné ionty. Ionizační zařízení vysílá množství kladných a záporných iontů v okolí elektrostaticky nabitého předmětu. Ionizace je založena na jevu, kde se opačné náboje přitahují, nabitý předmět přijímá dostatečný počet kladných nebo záporných iontů, až nastane jeho neutralizace. [9]

2.8.3.1 Typy ionizátorů

Rozlišujeme tři základní typy pro ionizaci:

- ionizátory napájené vysokým napětím,
- ionizátory využívající radioaktivní nebo UV záření
- neutralizátory pracující na základě indukce (pasivní neutralizátory)

Do skupiny mezi ionizátory je také možné zařadit plamen a také zařízení vytvářející plazmový výboj, protože z definice plazmy plyne, že jde o elektricky neutrální proud iontů a elektronů.

V běžné praxi se však hojně používají ionizátory napájené vysokým napětím a pasivní neutralizátory v podobě antistatických kartáčků. [9]

2.8.3.2 Přehled typů ionizátorů

1. Ionizační tyče

Ionizační tyče (viz. obr. 15) jsou tvořeny řadou emitačních hrotů a zajišťují neutralizaci náboje na plochých materiálech, jako jsou fólie, textilie atd. Dosah ionizačních tyčí je až 1 000 mm v závislosti na rychlosti pohybu materiálu. Pro nárůst pracovního dosahu, nebo pro zvýšení rychlosti vybití el. náboje, se používají ionizační tyče s podporou stlačeným vzduchem nebo mohou ionizační tyče používat laminární proudění vzduchu např. v čistých prostorech při výrobě elektroniky. Některé antistatické tyče také používají technologii na principu proudu stlačeného vzduchu k odstraňování nečistot z materiálu; Zmíněné provedení se nazývá vzduchový nůž s ionizační tyčí (z úzké štěrbiny po celé délce tyče vyfukuje proud vzduchu). Antistatické tyče jsou také k dispozici v kruhovém provedení pro

plnicí a balicí stroje, extruzi plastů atd. Zařízení k neutralizaci náboje na materiálech pohybujících se v pneumatické dopravě také obsahuje antistatické tyče, aktivní ionizační hroty jsou nasměrovány dovnitř na materiál. [9]



Obr. 15: Ionizační tyč [9]

2. *Ionizační vzduchové ventilátory*

Ionizační vzduchové ventilátory (viz. obr. 16 a 17) obsahují emitační hroty, přes které ventilátor rozvádí vzduch na požadované místo. K dispozici jsou i přenosné modely pro připevnění na pracovní stůl nebo modely určené pro stálé umístění. Uvedené jednotky jsou schopny neutralizovat materiály až do vzdálenosti 1,5 m a jsou zvláště vhodné pro součásti a materiály s nepravidelným povrchem (3D rozměrem), nebo také pro pásy a fólie při navíjení. [9]



Obr. 16: Ionizační vzduchový ventilátor [9]



Obr. 17: Ionizační vzduchový ventilátor se zabudovaným filtrem [9]

3. *Ionizační pistole a trysky*

Ionizační pistole (viz. obr. 18) a trysky (viz. obr. 19) pracují se stlačeným vzduchem případně dusíkem, který zabezpečuje koncentrovaný bodový zdroj vzduchu. Trysky a ručně ovládané pistole se používají k průběžnému čištění a neutralizaci elektrostatických nábojů na součástech a materiálech. Některé typy mohou obsahovat i vestavěné vzduchové filtry. Používají se především v čistých prostorech. [9]



Obr. 18: Ionizační tryska [9]



Obr. 19: Ionizační pistole [9]

2.9 Antistatické přísady

Antistatické přísady nabízejí řešení problémů týkajících se hromadění elektrických nábojů na plastových materiálech, jako je jiskření při zpracování a přitahováním prachových částic během skladování. Po přidání aditiva do polymeru v průběhu tváření migrují částice k povrchu, což je požadovaný antistatický efekt díky interakci vlhkosti okolního prostředí. Molekuly antistatického činidla mají často jak hydrofilní tak hydrofobní oblasti. Hydrofobní strana spolupracuje s povrchem materiálu, zatímco hydrofilní strana reaguje se vzdušnou vlhkostí, a váže se na molekuly vody. Běžné antistatické přípravky jsou založeny na dlouhém řetězci alifatických aminů (ethoxylované) např. amid, kvartérní amoniové soli (např. chlorid behentrimonium nebo cocamidopropylbetain), estery s kyselinou fosforečnou, polyetylen glykolu esterů nebo polyolů. Indium oxidu cínu může být použit jako transparentní antistatický nátěr. Je také možné použít vodivé polymery.

Příklady vnitřních antistatických činidel, tj. látky, které se přidávají do polymerní taveniny před zpracováním nebo během zpracování, jsou aniontové tenzidy, kationtové tenzidy nebo neionogenní tenzidy (neionogenní tenzidy obsahují jako hydrofilní skupiny aminoskupiny ($-NH_2$), etherické skupiny ($-O-$) a hydroxylové skupiny ($-OH$), které tvoří s molekulami vody vodíkové můstky, což umožňuje rozpustnost těchto látek ve vodě).

Nicméně vlastnosti známých antistatických činidel stále potřebují zlepšení. Buď se nepodaří snížit povrchový náboj z termoplastů dostatečně rychle na požadovanou úroveň, nebo mají uspokojivé antistatické vlastnosti, ale vedou k nežádoucímu zakalení. Tento problém je třeba řešit pro termoplasty (polyvinylchloridy a polyolefiny) obecně, zejména takovým způsobem, že na jedné straně podstatně snížíme elektrostatické nabíjení, a na druhé straně získáme průhledné fólie trvale chráněné proti zakalení. Uvedených vlastností je možné docílit použitím mastných kyselin, jako alkanolamin.

Mastné kyseliny se používají jako antistatické přípravky pro termoplasty, polyvinylchloridy a polyolefiny. Překvapivě bylo zjištěno, že mastná kyselina alkanolamin nejen poskytuje termoplastům vynikající antistatické vlastnosti, ale také vede k transparentnímu povrchu téměř bez tendence k zakalení, a to i v případě dlouhodobého skladování. [8], [10], [11], [16], [17]

Kromě mastných kyselin triethanolaminu, jsou také vhodná antistatická činidla např. estery mastných kyselin.

Třetí skupina vhodných trialkanolamin esterů jsou estery mastných kyselin s 1,2dihydroxy dialkylaminy

Estery sorbitanů - mastné kyseliny alkanolaminy použité spolu s mazivy typu esterů sorbitanu, které také zlepšují stálobarevnost. [8], [10], [11], [14], [16], [17]

Mezi další antistatické přípravky nesmíme opomenout např. kovové prášky a vlákna, vnitřně vodivé polymery a především grafit. Jeho jedinečné vlastnosti vyplývající z jeho výrazné vrstvené struktury, mezi které patří vynikající elektrická a tepelná vodivost, mazací vlastnosti obzvláště při zvýšených teplotách a tlacích, vysoká odolnost proti oxidaci, odolnost proti chemikáliím. Grafit je šetrný k životnímu prostředí a nepředstavuje žádné zdravotní riziko. Kromě toho, ve srovnání s jinými vodivými přísadami má grafit má příznivý vliv na vlastnosti polymeru např. zpomaluje hoření. Vzhledem ke své konstrukci skládající se ze slabě vázané rovinné vrstvy je grafit vynikající mazivo. Na rozdíl od jiných maziv je grafit účinný i při

zvýšené teplotě a při vysokých tlacích. Po použití ekologicky neutrální a bez halogenů lze grafit zlikvidovat bez jakýchkoli problémů. [19]



Obr. 20: Grafitové vločky [19]

Volba správného antistatického činidla je zásadní a je určen mnoha faktory, jako je typ polymeru, podmínky zpracování a konečné použití výrobku.

Míra migrace je určena řadou faktorů, včetně relativní slučitelnosti doplňkové látky a polymeru, koncentrace přítomného antistatického přípravku a teploty.

Rychlost antistatického účinku a jeho délka může být optimalizována pomocí doplňkové látky, které můžeme rozdělit na:

Kationaktivní - Aktivní část těchto molekul je kationt - Fungují nejlépe u více polárních substrátů, jako je Styren nebo PVC, ale mají tu nevýhodu, že jsou poměrně tepelně nestabilní a nejsou vhodné pro použití ve styku s potravinami. [11]

Aniontové - U těchto přísad je aktivní složka aniont, normálně alkylsulphonat. Kation je běžný alkalický kov. Tato kationtová antistatika, jsou velmi vhodná pro použití v polárních polymerech, jako jsou Styreny. Mají tu výhodu, že dosahují silného účinku při relativně nízké ceně a navíc jsou také vhodné pro použití ve styku s potravinami. Nevýhodou je, že ne vždy dobře fungují u polyolefinů. [11]

Neiontové - Jedná se o nenabitě sloučeniny, které mají aktivní struktury, s velmi nízkou polaritou. Obvykle jsou voskovité látky, jako jsou polyethylenglykoly, organické stearany, organické amidy a ethoxylované aminy. Protože mají nízkou nebo žádnou polaritu, že jsou velmi kompatibilní s polyolefiny. Nevýhodou je jejich nízká kompatibilita s polárními polymery a skutečnost, že jejich přítomnost na povrchu polymeru může nepříznivě ovlivnit některé postprodukční procesy, jako je tisk, atd. [11]

Polymerní - Tato třída je často označována jako trvalá, protože se skládá z non-migračních hygroskopických polymerních materiálů, které jsou vytvořeny za účelem vytvoření vodivé taveniny tzv. prosakující sítě. Tato síť účinně odvádí náboj a to jednak na a uvnitř polymerního nosiče. Jsou typicky nízké molekulové hmotnosti, substituované polyamidové kopolymery. Dobře fungují v polyolefinových substrátech a také bylo zjištěno, že jsou účinné v některých Styrenech, jako je např. ABS. Výhodou je jejich stálost, účinnost při nízké relativní vlhkosti prostředí a nemají jakoukoli tendenci narušovat post-tvářecí operace. Nevýhody jsou náklady (nutnost vysokých teplot při zpracování) a relativně vysoké ceny. [11]

V konečném výsledku jsou antistatické přípravky úsporou provozních nákladů, času, mají menší dopad na životní prostředí než jiné užívané přísady a snižují dobu čištění dávkovacích systémů. [11],

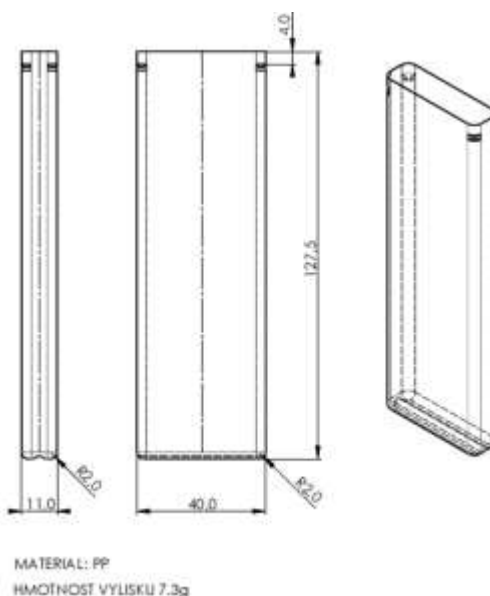
3 Experimentální část

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení zkoušených vzorků z polypropylenu u vytlačovacího vyfukování s různými poměry aditiv, které ovlivňují konečné antistatické vlastnosti a návrh řešení pro zlepšení jeho antistatických vlastností.

Na základě provedené rešerše, kde je uvedeno, že velký vliv na velikost elektrostatického náboje sice mají technologické parametry výroby, ale tyto nedostatky jsou snadno odstranitelné použitím doplňkových technologií jako např. ionizující tyče, ionizující ventilátory apod. Nejdůležitější vlastností výrobku je především zachování si svých antistatických vlastností jak při výrobě samotného výrobku, tak především i s časovým odstupem. Tyto problémy jsou proto řešeny přidáním antistatických přísad.

3.1 Měřený vzorek

Měřený vzorek je antistatická cartridge o hmotnosti 7,3 g (viz. obr. 21). Je vyroben z materiálu Polypropylen Mosten TB 002 s podílem antistatického aditiva Makroplus A. Celkem jsem vyrobil 4 série s různým poměrem antistatických aditiv - bez přídatku antistatického aditiva Makroplus A a následně s přídatkem 3%, 5% a 7%. Každá série obsahovala 50 kusů výrobků.



Obr. 21: Výkres měřeného výrobku [1]

Polypropylen Mosten TB 002 je homopolymer se střední distribucí molekulových hmotností určený pro výrobu vysokopevnostních monoaxiálně orientovaných tkacích pásků, provazů a lan. Produkt je schopný hoření, ale je obtížně vznětlivý. Prach je výbušný. Produkt se může elektrostaticky nabíjet. [6],[18]

Tab. 1: Materiálová data polypropylenu TB 002 [18]

| | |
|--|-------------------------------------|
| - skupenství při 20°C, barva a zápach | pevná látka, bez barvy, bez zápachu |
| - hustota [kg.m-3] | 900-920 |
| - bod tání [°C] | 160-168 |
| - sypná hmotnost (granule) [kg.m-3] | 450-600 |
| - teplota vzplanutí (granule) [°C] | 350-360 |
| - teplota vznícení (granule) [°C] | 380-390 |
| - teplota vznícení (usazený prach) [°C] | 350 |
| - teplota vznícení (rozvířený prach) [°C] | 440 |
| - minimální iniciační energie vznícení [J] | 0,08 |
| - dolní mez výbušnosti (prach) [g.m-3] | 32 |
| - spálené teplo [MJ.kg-1] | 44-46 |

Tab. 2: Materiálová data polypropylenu TB 002 [18]

| Vlastnost | Jednotka | Typická hodnota | Zkušební metoda |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| INDEX TOKU TAVENINY (230/2,16) | g/10 min | 2.0 | ISO 1133 |
| NAPĚTÍ NA MEZI KLUZU | MPa | 35 | ISO 527 |
| CELKOVÁ TAŽNOST | % | 100 | ISO 527 |
| OHYBOVÝ MODUL | MPa | 1700 | ISO 178 |
| NAPĚTÍ NA MEZI KLUZU | MPa | 35 | ISO 527 |
| VRUBOVÁ HOUŽEVNATOST CHARPY 23°C | kJ/m ² | 6.0 | ISO 179 |
| VRUBOVÁ HOUŽEVNATOST CHARPY -20°C | kJ/m ² | - | ISO 179 |
| TEPLOTA MĚKNUTÍ DLE VICATA | °C | 156 | ISO 306 |
| HDT (1,8 MPa) | °C | 58.000 | ISO 75 |

Antistatické aditivum Makroplus A - je koncentrát antistatického prostředku, který přidáván v množství 1 - 4% hm. snižuje povrchový odpor a tím odstraňuje možnost vzniku statického náboje na povrchu plastových výrobků. Výrobky z takto upraveného materiálu se nešpiní zachycovaným prachem. Účinnost koncentráту MAKROPLUS A je výrazně vyšší při vyšší relativní vlhkosti prostředí (nad 50%). V našem experimentu bylo použito 0%, 3%, 5%, 7% antistatického prostředku. [23]

3.2 Přístroj pro měření intenzity elektrostatického pole Model 775

Přístroj Model 775 Fieldmeter (viz. obr. 22) je kompaktní zařízení pro detekci a měření velikosti elektrostatického náboje na výrobcích, lidech, přístrojích i obalech. Přístroj používá bezkontaktní senzor a světelný zaostřovací mechanismus pro zajištění přesného měření elektrostatických polí i v prostředí ionizovaného vzduchu. Kapesní velikost umožňuje snadné použití a jednoduché ovládání. Přístroj se snadno vynuluje otočným regulátorem a nevyžaduje opětovné vynulování během měření.

Vodivé pouzdro s odolností při nárazu a zemnicí kabel umožňuje uzemnění přístroje pro přesné měření. [9]

Vlastnosti:

- Digitální displej
- Světelný zaostřovací mechanismus
- Elektronicky spínaný obvod
- Funkce SAMPLE a HOLD
- Napájení 9 V baterií, kapesní velikost
- Analogový výstup

Výhody:

- Snadné čtení naměřené hodnoty
- Přesné umístění přístroje při měření
- Použití v prostředí ionizovaného vzduchu
- Použití v obtížně přístupných místech
- Snadno přenosný při provozních měřeních
- Záznam dat pro pozdější použití [9]

Tab. 3: Technická specifikace měřicího přístroje Fieldmeter model 775 [9]

| | |
|------------------|---|
| Napájení | 9 V DC alkalická baterie, životnost baterie přes 40 hodin |
| Displej | 3-1/2 digits, 0,4" (1 cm) digit height |
| Analogový výstup | miniaturní jack, 1V odpovídá 10 kV |
| Odezva | 5 HZ při analogovém výstupu, digitální displej se obnovuje 3 krát za vteřinu |
| Indikace | Funkce HOLD, funkce LOW BATTERY, automatická polarita |
| Ovládání | On/off vypínač, SAMPLE/HOLD tlačítko, Zero regulátor |
| Rozsah | ± 0.00 až ± 19.99 kV ze vzdálenosti (2,5 cm); vyšší napětí se měří zvětšením vzdálenosti $> 2,5$ cm |
| Přesnost | $\pm 5\%$, elektronicky spínaný obvod (přesnost není ovlivněna ionizací vzduchu) |
| Podmínky okolí | Pracuje při 0 - 40°C |
| Uzemnění | Pomocí vodivého pouzdra, uzemňovací kabel přiložen |
| Rozměry | 10,7 x 6,1 x 2,3 cm |
| Váha | 141,8 g včetně baterie |
| Certifikace | CE |

Funkce SAMPLE a HOLD

Funkce SAMPLE/HOLD umožňuje měření v obtížně přístupných místech. V režimu SAMPLE se provádí průběžné měření, v režimu HOLD se naměřená hodnota zablokuje na displeji. [9]



Obrázek 22: Fieldmeter model 775 [9]

3.3 Použitý stroj

K výrobě měřených vzorků byl použit stroj GM 2001 (viz obr. 23). Vyfukovací stroj se servo-elektrickými pohony a nominálním objemem výrobku 2 litry. Variantní provedení stroje BASIC je vybaveno pneumatickými pohony a hydro-pneumatickým zavíráním forem. [1]



Obr. 23: Vyfukovací stroj GM 2001 BASIC [1]

Tabulka 4: Základní technické parametry stroje GM 2001 [1]

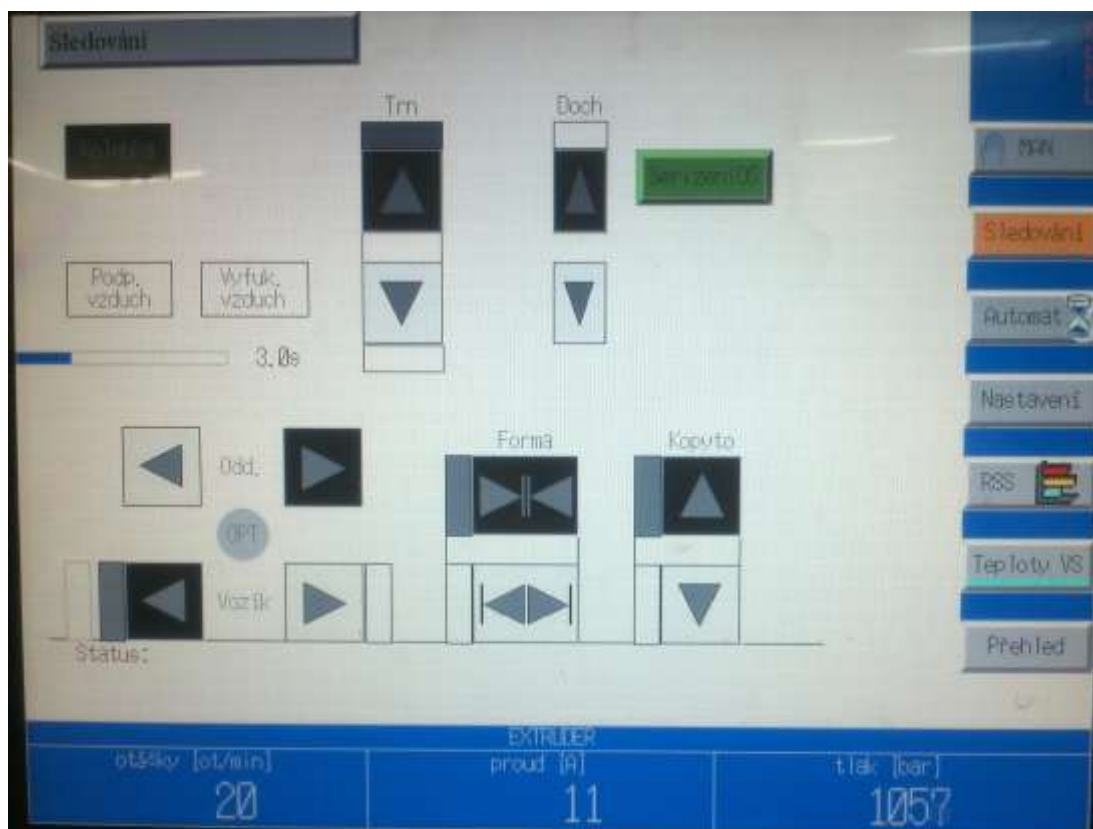
| Základní technické parametry | Stroj GM 2001 jednoformový |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Nominální objem výrobku | 2 l |
| Pohon mechanismů stroje | Servo- elektrický |
| Celkový instalovaný příkon | 38,0 kW |
| Střední příkon | 8,0 kW |
| Zavírací síla | 45 kN |
| Způsob řízení | fotosnímač/časovače |
| Strojní mrtvý čas | 3 s |
| Provozní tlak vzduchu | 6 bar |
| Pohon extruderu | 15 kW |
| Výkon extruderu HD-PE | 37 kg/h |
| Příkon topení extruderu | 12,8 kW |

3.4 Podmínky procesu

Jednotlivé podmínky procesu a časy operací lze nastavit pomocí ovládacího panelu (viz. obr. 24) vyfukovacího stroje GM 2001.

Tab. 5: Parametry procesu

| | |
|-----------------------------|-------------|
| Teplota taveniny na výstupu | 185 [°C] |
| Teplota chladicí vody formy | 12 [°C] |
| Otáčky šneku | 20 [ot/min] |
| Tlak taveniny | 1058 [bar] |
| Doba vyfukování | 5,7 [s] |
| Doba chlazení | 5,7 [s] |
| Doba cyklu | 9,8 [s] |



Obr. 24: Ovládací panel stroje GM 2001

3.5 Popis měření

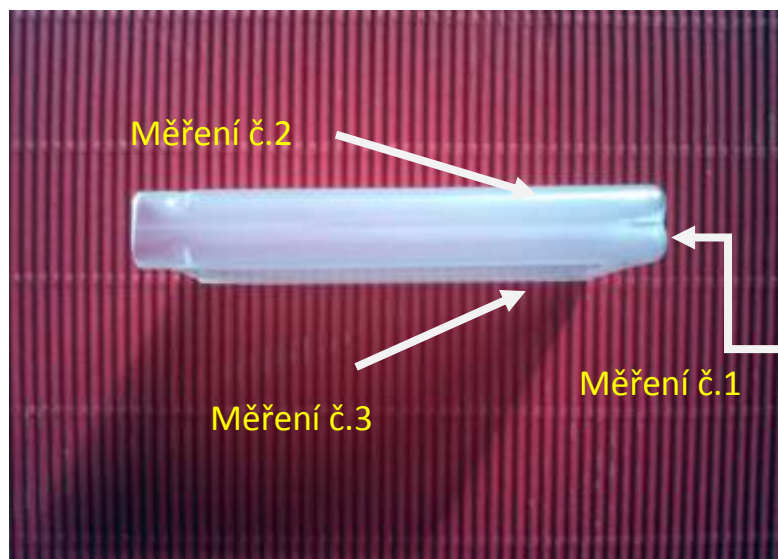
Z každé série s určitým množstvím aditiva (0%, 3%, 5%, 7%) bylo odebráno 50 kusů vzorků. Každý vzorek byl označen číslem 1-50 (viz. obr. 25).



Obr. 25: Vzorek číslo 1

(očíslovaná strana je vždy měřena druhá v pořadí)

První bylo pokaždé změřeno dno vzorku, druhé měření se provádělo na číslované straně a měření číslo tři bylo vždy na straně opačné (viz. obr. 26).



Obr. 26: Popis vzorku

Každé měření je prováděno ze stejné vzdálenosti k čemuž slouží světelný senzor na přední straně měřicího přístroje (viz. obr. 27). Jakmile splynou dva světelné kruhy v jeden (tato vzdálenost odpovídá 2,5 cm), je nastavena správná vzdálenost a je možné odečíst hodnotu el. náboje na povrchu výrobku.



Obr. 27: Pohled na světelný senzor měřicího přístroje Fieldmeter model 775 [9]

Po prvním naměření všech sérií s různými poměry aditiv ihned po výrobě, byly uloženy vzorky do kartonových krabic, a převezeny do cca 170 km vzdáleného skladu. Tento převoz odpovídá stejným podmínkám, které nastanou ihned po výrobě při převozu k zákazníkovi a následnému dalšímu použití.

Každý výrobek ze všech sérií byl měřen sedmkrát v určitých časových intervalech. První měření proběhlo ihned po výrobě. Tyto hodnoty byly ihned zaznamenány do tabulky. Každé další měření se provádělo s odstupem 12 hodin. Pouze poslední měření proběhlo s větším odstupem a to 36 hodin od posledního měření. Vzhledem k zanedbatelné velikosti el. náboje po 108 hodinách, jeho jasných vypovídajících hodnotách a po konzultaci s firmou Lontech a GDK jsem od dalšího měření upustil.

Bylo provedeno 4200 měření z toho 1050 v každé sérii bez aditiva se 3%, 5% a 7% aditiva.

Vzhledem k množství naměřených hodnot, byly naměřené velikosti elektrostatického náboje převedeny na absolutní hodnoty a zpracovány grafy

jednotlivých sérií s určitými procenty aditiv v závislosti na čase. Z každé série v daný čas byl vypočítán průměr hodnoty elektrostatického náboje. Na každou měřenou stranu byl zpracován samostatný graf. V uvedených grafech se potvrdila nejmenší hodnota náboje u série s 5% antistatického aditiva. Ovšem z hlediska kvality a požadovaného výsledku je třeba vědět závislost elektrostatického náboje celého výrobku v závislosti na čase s určitými poměry aditiv. Proto byl vypracován graf závislosti jednotlivých obsahů aditiv v závislosti na čase pro celý výrobek. Do výsledného grafu byly použity průměrné absolutní hodnoty z každé strany výrobku. Z vypočítaného průměru z jednotlivých stran bylo nutné vypočítat opět průměrnou hodnotu ze všech měřených výrobků pro jednotlivé procento aditiv a čas.

Tab. 6: Naměřená data bez aditiv ihned po výrobě

| Ihned po výrobě 0 % Aditiva 20°C 22% H | | | | Ihned po výrobě 0 % Aditiva 20°C 22% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | 0,70 | 0,70 | 0,90 | 0,70 | 0,70 | 0,90 |
| 2 | 0,00 | -0,29 | -0,12 | 0,00 | 0,29 | 0,12 |
| 3 | -0,80 | 0,33 | 0,11 | 0,80 | 0,33 | 0,11 |
| 4 | -0,10 | -0,33 | -0,30 | 0,10 | 0,33 | 0,30 |
| 5 | 0,20 | -0,66 | -0,80 | 0,20 | 0,66 | 0,80 |
| 6 | 0,57 | 0,50 | 0,72 | 0,57 | 0,50 | 0,72 |
| 7 | 0,16 | -0,24 | -0,25 | 0,16 | 0,24 | 0,25 |
| 8 | 0,18 | -0,31 | -0,35 | 0,18 | 0,31 | 0,35 |
| 9 | 0,20 | -0,39 | -0,44 | 0,20 | 0,39 | 0,44 |
| 10 | 0,22 | -0,47 | -0,54 | 0,22 | 0,47 | 0,54 |
| 11 | 0,23 | -0,55 | -0,63 | 0,23 | 0,55 | 0,63 |
| 12 | 0,25 | -0,63 | -0,73 | 0,25 | 0,63 | 0,73 |
| 13 | 0,27 | -0,71 | -0,82 | 0,27 | 0,71 | 0,82 |
| 14 | 0,29 | -0,79 | -0,92 | 0,29 | 0,79 | 0,92 |
| 15 | 0,31 | -0,87 | -1,02 | 0,31 | 0,87 | 1,02 |
| 16 | 0,33 | -0,95 | -1,11 | 0,33 | 0,95 | 1,11 |
| 17 | 0,35 | -1,03 | -1,21 | 0,35 | 1,03 | 1,21 |
| 18 | 0,36 | -1,11 | -1,30 | 0,36 | 1,11 | 1,30 |
| 19 | 0,38 | -1,19 | -1,40 | 0,38 | 1,19 | 1,40 |
| 20 | 0,40 | -1,26 | -1,49 | 0,40 | 1,26 | 1,49 |
| 21 | 0,42 | -1,34 | -1,59 | 0,42 | 1,34 | 1,59 |
| 22 | 0,44 | -1,42 | -1,69 | 0,44 | 1,42 | 1,69 |
| 23 | 0,46 | -1,50 | -1,78 | 0,46 | 1,50 | 1,78 |
| 24 | 0,48 | -1,58 | -1,88 | 0,48 | 1,58 | 1,88 |
| 25 | 0,49 | -1,66 | -1,97 | 0,49 | 1,66 | 1,97 |
| 26 | 0,51 | -1,74 | -2,07 | 0,51 | 1,74 | 2,07 |
| 27 | 0,53 | -1,82 | -2,16 | 0,53 | 1,82 | 2,16 |
| 28 | 0,55 | -1,90 | -2,26 | 0,55 | 1,90 | 2,26 |
| 29 | 0,57 | -1,98 | -2,36 | 0,57 | 1,98 | 2,36 |
| 30 | 0,59 | -2,06 | -2,45 | 0,59 | 2,06 | 2,45 |
| 31 | 0,61 | -2,13 | -2,55 | 0,61 | 2,13 | 2,55 |
| 32 | 0,62 | -2,21 | -2,64 | 0,62 | 2,21 | 2,64 |
| 33 | 0,64 | -2,29 | -2,74 | 0,64 | 2,29 | 2,74 |
| 34 | 0,66 | -2,37 | -2,83 | 0,66 | 2,37 | 2,83 |
| 35 | 0,68 | -2,45 | -2,93 | 0,68 | 2,45 | 2,93 |
| 36 | 0,70 | -2,53 | -3,03 | 0,70 | 2,53 | 3,03 |
| 37 | 0,72 | -2,61 | -3,12 | 0,72 | 2,61 | 3,12 |
| 38 | 0,74 | -2,69 | -3,22 | 0,74 | 2,69 | 3,22 |
| 39 | 0,75 | -2,77 | -3,31 | 0,75 | 2,77 | 3,31 |
| 40 | 0,77 | -2,85 | -3,41 | 0,77 | 2,85 | 3,41 |
| 41 | 0,79 | -2,93 | -3,50 | 0,79 | 2,93 | 3,50 |
| 42 | 0,81 | -3,01 | -3,60 | 0,81 | 3,01 | 3,60 |
| 43 | 0,83 | -3,08 | -3,70 | 0,83 | 3,08 | 3,70 |
| 44 | 0,85 | -3,16 | -3,79 | 0,85 | 3,16 | 3,79 |
| 45 | 0,87 | -3,24 | -3,89 | 0,87 | 3,24 | 3,89 |
| 46 | 0,88 | -3,32 | -3,98 | 0,88 | 3,32 | 3,98 |
| 47 | 0,90 | -3,40 | -4,08 | 0,90 | 3,40 | 4,08 |
| 48 | 0,92 | -3,48 | -4,17 | 0,92 | 3,48 | 4,17 |
| 49 | 0,94 | -3,56 | -4,27 | 0,94 | 3,56 | 4,27 |
| 50 | 0,96 | -3,64 | -4,37 | 0,96 | 3,64 | 4,37 |

Tab. 7: Naměřená data bez aditiv po 12 h.

| Po 12 hodinách 0 % Aditiva 20°C 22% H | | | | Po 12 hodinách 0 % Aditiva 20°C 22% H | | |
|--|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,50 | -0,39 | -0,42 | 0,50 | 0,39 | 0,42 |
| 2 | -0,55 | -0,34 | -0,34 | 0,55 | 0,34 | 0,34 |
| 3 | -0,48 | -0,50 | -0,43 | 0,48 | 0,50 | 0,43 |
| 4 | -0,37 | -0,46 | -0,50 | 0,37 | 0,46 | 0,50 |
| 5 | -0,36 | -0,52 | -0,51 | 0,36 | 0,52 | 0,51 |
| 6 | -0,31 | -0,55 | -0,54 | 0,31 | 0,55 | 0,54 |
| 7 | -0,27 | -0,59 | -0,57 | 0,27 | 0,59 | 0,57 |
| 8 | -0,22 | -0,63 | -0,60 | 0,22 | 0,63 | 0,60 |
| 9 | -0,18 | -0,66 | -0,64 | 0,18 | 0,66 | 0,64 |
| 10 | -0,13 | -0,70 | -0,67 | 0,13 | 0,70 | 0,67 |
| 11 | -0,08 | -0,74 | -0,70 | 0,08 | 0,74 | 0,70 |
| 12 | -0,04 | -0,77 | -0,74 | 0,04 | 0,77 | 0,74 |
| 13 | 0,01 | -0,81 | -0,77 | 0,01 | 0,81 | 0,77 |
| 14 | 0,05 | -0,85 | -0,80 | 0,05 | 0,85 | 0,80 |
| 15 | 0,10 | -0,89 | -0,84 | 0,10 | 0,89 | 0,84 |
| 16 | 0,15 | -0,92 | -0,87 | 0,15 | 0,92 | 0,87 |
| 17 | 0,19 | -0,96 | -0,90 | 0,19 | 0,96 | 0,90 |
| 18 | 0,24 | -1,00 | -0,93 | 0,24 | 1,00 | 0,93 |
| 19 | 0,28 | -1,03 | -0,97 | 0,28 | 1,03 | 0,97 |
| 20 | 0,33 | -1,07 | -1,00 | 0,33 | 1,07 | 1,00 |
| 21 | 0,38 | -1,11 | -1,03 | 0,38 | 1,11 | 1,03 |
| 22 | 0,42 | -1,14 | -1,07 | 0,42 | 1,14 | 1,07 |
| 23 | 0,47 | -1,18 | -1,10 | 0,47 | 1,18 | 1,10 |
| 24 | 0,51 | -1,22 | -1,13 | 0,51 | 1,22 | 1,13 |
| 25 | 0,56 | -1,26 | -1,17 | 0,56 | 1,26 | 1,17 |
| 26 | 0,61 | -1,29 | -1,20 | 0,61 | 1,29 | 1,20 |
| 27 | 0,65 | -1,33 | -1,23 | 0,65 | 1,33 | 1,23 |
| 28 | 0,70 | -1,37 | -1,26 | 0,70 | 1,37 | 1,26 |
| 29 | 0,74 | -1,40 | -1,30 | 0,74 | 1,40 | 1,30 |
| 30 | 0,79 | -1,44 | -1,33 | 0,79 | 1,44 | 1,33 |
| 31 | 0,84 | -1,48 | -1,36 | 0,84 | 1,48 | 1,36 |
| 32 | 0,88 | -1,51 | -1,40 | 0,88 | 1,51 | 1,40 |
| 33 | 0,93 | -1,55 | -1,43 | 0,93 | 1,55 | 1,43 |
| 34 | 0,97 | -1,59 | -1,46 | 0,97 | 1,59 | 1,46 |
| 35 | 1,02 | -1,63 | -1,50 | 1,02 | 1,63 | 1,50 |
| 36 | 1,07 | -1,66 | -1,53 | 1,07 | 1,66 | 1,53 |
| 37 | 1,11 | -1,70 | -1,56 | 1,11 | 1,70 | 1,56 |
| 38 | 1,16 | -1,74 | -1,59 | 1,16 | 1,74 | 1,59 |
| 39 | 1,20 | -1,77 | -1,63 | 1,20 | 1,77 | 1,63 |
| 40 | 1,25 | -1,81 | -1,66 | 1,25 | 1,81 | 1,66 |
| 41 | 1,30 | -1,85 | -1,69 | 1,30 | 1,85 | 1,69 |
| 42 | 1,34 | -1,88 | -1,73 | 1,34 | 1,88 | 1,73 |
| 43 | 1,39 | -1,92 | -1,76 | 1,39 | 1,92 | 1,76 |
| 44 | 1,43 | -1,96 | -1,79 | 1,43 | 1,96 | 1,79 |
| 45 | 1,48 | -2,00 | -1,83 | 1,48 | 2,00 | 1,83 |
| 46 | 1,53 | -2,03 | -1,86 | 1,53 | 2,03 | 1,86 |
| 47 | 1,57 | -2,07 | -1,89 | 1,57 | 2,07 | 1,89 |
| 48 | 1,62 | -2,11 | -1,92 | 1,62 | 2,11 | 1,92 |
| 49 | 1,66 | -2,14 | -1,96 | 1,66 | 2,14 | 1,96 |
| 50 | 1,71 | -2,18 | -1,99 | 1,71 | 2,18 | 1,99 |

Tab. 8: Naměřená data bez aditiv po 24 h.

| Po 24 hodinách 0% Aditiva 20,1°C 20,3% H | | | | Po 24 hodinách 0% Aditiva 20,1°C 20,3% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,40 | -0,47 | -0,39 | 0,40 | 0,47 | 0,39 |
| 2 | -0,47 | -0,41 | -0,53 | 0,47 | 0,41 | 0,53 |
| 3 | -0,48 | -0,40 | -0,47 | 0,48 | 0,40 | 0,47 |
| 4 | -0,50 | -0,50 | -0,57 | 0,50 | 0,50 | 0,57 |
| 5 | -0,54 | -0,47 | -0,61 | 0,54 | 0,47 | 0,61 |
| 6 | -0,57 | -0,47 | -0,66 | 0,57 | 0,47 | 0,66 |
| 7 | -0,60 | -0,48 | -0,71 | 0,60 | 0,48 | 0,71 |
| 8 | -0,63 | -0,49 | -0,75 | 0,63 | 0,49 | 0,75 |
| 9 | -0,66 | -0,50 | -0,80 | 0,66 | 0,50 | 0,80 |
| 10 | -0,70 | -0,51 | -0,85 | 0,70 | 0,51 | 0,85 |
| 11 | -0,73 | -0,51 | -0,90 | 0,73 | 0,51 | 0,90 |
| 12 | -0,76 | -0,52 | -0,95 | 0,76 | 0,52 | 0,95 |
| 13 | -0,79 | -0,53 | -0,99 | 0,79 | 0,53 | 0,99 |
| 14 | -0,82 | -0,54 | -1,04 | 0,82 | 0,54 | 1,04 |
| 15 | -0,85 | -0,55 | -1,09 | 0,85 | 0,55 | 1,09 |
| 16 | -0,88 | -0,55 | -1,14 | 0,88 | 0,55 | 1,14 |
| 17 | -0,91 | -0,56 | -1,19 | 0,91 | 0,56 | 1,19 |
| 18 | -0,94 | -0,57 | -1,23 | 0,94 | 0,57 | 1,23 |
| 19 | -0,97 | -0,58 | -1,28 | 0,97 | 0,58 | 1,28 |
| 20 | -1,01 | -0,59 | -1,33 | 1,01 | 0,59 | 1,33 |
| 21 | -1,04 | -0,59 | -1,38 | 1,04 | 0,59 | 1,38 |
| 22 | -1,07 | -0,60 | -1,43 | 1,07 | 0,60 | 1,43 |
| 23 | -1,10 | -0,61 | -1,47 | 1,10 | 0,61 | 1,47 |
| 24 | -1,13 | -0,62 | -1,52 | 1,13 | 0,62 | 1,52 |
| 25 | -1,16 | -0,63 | -1,57 | 1,16 | 0,63 | 1,57 |
| 26 | -1,19 | -0,63 | -1,62 | 1,19 | 0,63 | 1,62 |
| 27 | -1,22 | -0,64 | -1,67 | 1,22 | 0,64 | 1,67 |
| 28 | -1,25 | -0,65 | -1,71 | 1,25 | 0,65 | 1,71 |
| 29 | -1,28 | -0,66 | -1,76 | 1,28 | 0,66 | 1,76 |
| 30 | -1,32 | -0,67 | -1,81 | 1,32 | 0,67 | 1,81 |
| 31 | -1,35 | -0,67 | -1,86 | 1,35 | 0,67 | 1,86 |
| 32 | -1,38 | -0,68 | -1,91 | 1,38 | 0,68 | 1,91 |
| 33 | -1,41 | -0,69 | -1,95 | 1,41 | 0,69 | 1,95 |
| 34 | -1,44 | -0,70 | -2,00 | 1,44 | 0,70 | 2,00 |
| 35 | -1,47 | -0,71 | -2,05 | 1,47 | 0,71 | 2,05 |
| 36 | -1,50 | -0,71 | -2,10 | 1,50 | 0,71 | 2,10 |
| 37 | -1,53 | -0,72 | -2,15 | 1,53 | 0,72 | 2,15 |
| 38 | -1,56 | -0,73 | -2,19 | 1,56 | 0,73 | 2,19 |
| 39 | -1,59 | -0,74 | -2,24 | 1,59 | 0,74 | 2,24 |
| 40 | -1,63 | -0,75 | -2,29 | 1,63 | 0,75 | 2,29 |
| 41 | -1,66 | -0,75 | -2,34 | 1,66 | 0,75 | 2,34 |
| 42 | -1,69 | -0,76 | -2,39 | 1,69 | 0,76 | 2,39 |
| 43 | -1,72 | -0,77 | -2,43 | 1,72 | 0,77 | 2,43 |
| 44 | -1,75 | -0,78 | -2,48 | 1,75 | 0,78 | 2,48 |
| 45 | -1,78 | -0,79 | -2,53 | 1,78 | 0,79 | 2,53 |
| 46 | -1,81 | -0,79 | -2,58 | 1,81 | 0,79 | 2,58 |
| 47 | -1,84 | -0,80 | -2,63 | 1,84 | 0,80 | 2,63 |
| 48 | -1,87 | -0,81 | -2,67 | 1,87 | 0,81 | 2,67 |
| 49 | -1,90 | -0,82 | -2,72 | 1,90 | 0,82 | 2,72 |
| 50 | -1,94 | -0,83 | -2,77 | 1,94 | 0,83 | 2,77 |

Tab. 9: Naměřená data bez aditiv po 36 h.

| Po 36 hodinách 0% Aditiva 20,2°C 20,3% H | | | | Po 36 hodinách 0% Aditiva 20,2°C 20,3% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,43 | -0,42 | -0,45 | 0,43 | 0,42 | 0,45 |
| 2 | -0,25 | -0,40 | -0,44 | 0,25 | 0,40 | 0,44 |
| 3 | -0,30 | -0,33 | -0,35 | 0,30 | 0,33 | 0,35 |
| 4 | -0,63 | -0,41 | -0,44 | 0,63 | 0,41 | 0,44 |
| 5 | -0,57 | -0,37 | -0,39 | 0,57 | 0,37 | 0,39 |
| 6 | -0,63 | -0,36 | -0,38 | 0,63 | 0,36 | 0,38 |
| 7 | -0,70 | -0,35 | -0,37 | 0,70 | 0,35 | 0,37 |
| 8 | -0,76 | -0,34 | -0,35 | 0,76 | 0,34 | 0,35 |
| 9 | -0,83 | -0,33 | -0,34 | 0,83 | 0,33 | 0,34 |
| 10 | -0,89 | -0,32 | -0,33 | 0,89 | 0,32 | 0,33 |
| 11 | -0,96 | -0,31 | -0,32 | 0,96 | 0,31 | 0,32 |
| 12 | -1,02 | -0,30 | -0,31 | 1,02 | 0,30 | 0,31 |
| 13 | -1,09 | -0,29 | -0,29 | 1,09 | 0,29 | 0,29 |
| 14 | -1,15 | -0,28 | -0,28 | 1,15 | 0,28 | 0,28 |
| 15 | -1,22 | -0,27 | -0,27 | 1,22 | 0,27 | 0,27 |
| 16 | -1,28 | -0,26 | -0,26 | 1,28 | 0,26 | 0,26 |
| 17 | -1,35 | -0,25 | -0,25 | 1,35 | 0,25 | 0,25 |
| 18 | -1,41 | -0,24 | -0,23 | 1,41 | 0,24 | 0,23 |
| 19 | -1,48 | -0,23 | -0,22 | 1,48 | 0,23 | 0,22 |
| 20 | -1,54 | -0,22 | -0,21 | 1,54 | 0,22 | 0,21 |
| 21 | -1,61 | -0,21 | -0,20 | 1,61 | 0,21 | 0,20 |
| 22 | -1,67 | -0,20 | -0,19 | 1,67 | 0,20 | 0,19 |
| 23 | -1,74 | -0,19 | -0,17 | 1,74 | 0,19 | 0,17 |
| 24 | -1,80 | -0,18 | -0,16 | 1,80 | 0,18 | 0,16 |
| 25 | -1,87 | -0,17 | -0,15 | 1,87 | 0,17 | 0,15 |
| 26 | -1,93 | -0,16 | -0,14 | 1,93 | 0,16 | 0,14 |
| 27 | -2,00 | -0,15 | -0,13 | 2,00 | 0,15 | 0,13 |
| 28 | -2,06 | -0,14 | -0,11 | 2,06 | 0,14 | 0,11 |
| 29 | -2,13 | -0,13 | -0,10 | 2,13 | 0,13 | 0,10 |
| 30 | -2,19 | -0,12 | -0,09 | 2,19 | 0,12 | 0,09 |
| 31 | -2,26 | -0,11 | -0,08 | 2,26 | 0,11 | 0,08 |
| 32 | -2,32 | -0,10 | -0,07 | 2,32 | 0,10 | 0,07 |
| 33 | -2,39 | -0,09 | -0,05 | 2,39 | 0,09 | 0,05 |
| 34 | -2,45 | -0,08 | -0,04 | 2,45 | 0,08 | 0,04 |
| 35 | -2,52 | -0,07 | -0,03 | 2,52 | 0,07 | 0,03 |
| 36 | -2,58 | -0,06 | -0,02 | 2,58 | 0,06 | 0,02 |
| 37 | -2,65 | -0,05 | -0,01 | 2,65 | 0,05 | 0,01 |
| 38 | -2,71 | -0,04 | 0,01 | 2,71 | 0,04 | 0,01 |
| 39 | -2,78 | -0,03 | 0,02 | 2,78 | 0,03 | 0,02 |
| 40 | -2,84 | -0,02 | 0,03 | 2,84 | 0,02 | 0,03 |
| 41 | -2,91 | -0,01 | 0,04 | 2,91 | 0,01 | 0,04 |
| 42 | -2,97 | 0,00 | 0,05 | 2,97 | 0,00 | 0,05 |
| 43 | -3,04 | 0,02 | 0,07 | 3,04 | 0,02 | 0,07 |
| 44 | -3,10 | 0,03 | 0,08 | 3,10 | 0,03 | 0,08 |
| 45 | -3,17 | 0,04 | 0,09 | 3,17 | 0,04 | 0,09 |
| 46 | -3,23 | 0,05 | 0,10 | 3,23 | 0,05 | 0,10 |
| 47 | -3,30 | 0,06 | 0,11 | 3,30 | 0,06 | 0,11 |
| 48 | -3,36 | 0,06 | 0,13 | 3,36 | 0,06 | 0,13 |
| 49 | -3,43 | 0,08 | 0,14 | 3,43 | 0,08 | 0,14 |
| 50 | -3,49 | 0,09 | 0,15 | 3,49 | 0,09 | 0,15 |

Tab. 10: Naměřená data bez aditiv po 48 h.

| Po 48 hodinách 0% Aditiva 20,4°C 20,5% H | | | | Po 48 hodinách 0% Aditiva 20,4°C 20,5% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,04 | -0,30 | -0,33 | 0,04 | 0,30 | 0,33 |
| 2 | -0,15 | -0,23 | -0,34 | 0,15 | 0,23 | 0,34 |
| 3 | -0,20 | -0,26 | -0,40 | 0,20 | 0,26 | 0,40 |
| 4 | -0,35 | -0,28 | -0,37 | 0,35 | 0,28 | 0,37 |
| 5 | -0,17 | -0,29 | -0,29 | 0,17 | 0,29 | 0,29 |
| 6 | -0,32 | -0,28 | -0,33 | 0,32 | 0,28 | 0,33 |
| 7 | -0,37 | -0,28 | -0,33 | 0,37 | 0,28 | 0,33 |
| 8 | -0,41 | -0,29 | -0,32 | 0,41 | 0,29 | 0,32 |
| 9 | -0,46 | -0,29 | -0,32 | 0,46 | 0,29 | 0,32 |
| 10 | -0,50 | -0,29 | -0,31 | 0,50 | 0,29 | 0,31 |
| 11 | -0,55 | -0,30 | -0,31 | 0,55 | 0,30 | 0,31 |
| 12 | -0,60 | -0,30 | -0,30 | 0,60 | 0,30 | 0,30 |
| 13 | -0,64 | -0,30 | -0,30 | 0,64 | 0,30 | 0,30 |
| 14 | -0,69 | -0,31 | -0,29 | 0,69 | 0,31 | 0,29 |
| 15 | -0,73 | -0,31 | -0,29 | 0,73 | 0,31 | 0,29 |
| 16 | -0,78 | -0,31 | -0,28 | 0,78 | 0,31 | 0,28 |
| 17 | -0,83 | -0,31 | -0,28 | 0,83 | 0,31 | 0,28 |
| 18 | -0,87 | -0,32 | -0,27 | 0,87 | 0,32 | 0,27 |
| 19 | -0,92 | -0,32 | -0,27 | 0,92 | 0,32 | 0,27 |
| 20 | -0,96 | -0,32 | -0,26 | 0,96 | 0,32 | 0,26 |
| 21 | -1,01 | -0,33 | -0,26 | 1,01 | 0,33 | 0,26 |
| 22 | -1,06 | -0,33 | -0,25 | 1,06 | 0,33 | 0,25 |
| 23 | -1,10 | -0,33 | -0,25 | 1,10 | 0,33 | 0,25 |
| 24 | -1,15 | -0,34 | -0,24 | 1,15 | 0,34 | 0,24 |
| 25 | -1,19 | -0,34 | -0,24 | 1,19 | 0,34 | 0,24 |
| 26 | -1,24 | -0,34 | -0,23 | 1,24 | 0,34 | 0,23 |
| 27 | -1,29 | -0,34 | -0,23 | 1,29 | 0,34 | 0,23 |
| 28 | -1,33 | -0,35 | -0,22 | 1,33 | 0,35 | 0,22 |
| 29 | -1,38 | -0,35 | -0,22 | 1,38 | 0,35 | 0,22 |
| 30 | -1,42 | -0,35 | -0,21 | 1,42 | 0,35 | 0,21 |
| 31 | -1,47 | -0,36 | -0,21 | 1,47 | 0,36 | 0,21 |
| 32 | -1,52 | -0,36 | -0,20 | 1,52 | 0,36 | 0,20 |
| 33 | -1,56 | -0,36 | -0,20 | 1,56 | 0,36 | 0,20 |
| 34 | -1,61 | -0,37 | -0,19 | 1,61 | 0,37 | 0,19 |
| 35 | -1,65 | -0,37 | -0,19 | 1,65 | 0,37 | 0,19 |
| 36 | -1,70 | -0,37 | -0,18 | 1,70 | 0,37 | 0,18 |
| 37 | -1,75 | -0,37 | -0,18 | 1,75 | 0,37 | 0,18 |
| 38 | -1,79 | -0,38 | -0,17 | 1,79 | 0,38 | 0,17 |
| 39 | -1,84 | -0,38 | -0,17 | 1,84 | 0,38 | 0,17 |
| 40 | -1,88 | -0,38 | -0,16 | 1,88 | 0,38 | 0,16 |
| 41 | -1,93 | -0,39 | -0,16 | 1,93 | 0,39 | 0,16 |
| 42 | -1,98 | -0,39 | -0,15 | 1,98 | 0,39 | 0,15 |
| 43 | -2,02 | -0,39 | -0,15 | 2,02 | 0,39 | 0,15 |
| 44 | -2,07 | -0,40 | -0,14 | 2,07 | 0,40 | 0,14 |
| 45 | -2,11 | -0,40 | -0,14 | 2,11 | 0,40 | 0,14 |
| 46 | -2,16 | -0,40 | -0,13 | 2,16 | 0,40 | 0,13 |
| 47 | -2,21 | -0,40 | -0,13 | 2,21 | 0,40 | 0,13 |
| 48 | -2,25 | -0,41 | -0,12 | 2,25 | 0,41 | 0,12 |
| 49 | -2,30 | -0,41 | -0,12 | 2,30 | 0,41 | 0,12 |
| 50 | -2,34 | -0,41 | -0,11 | 2,34 | 0,41 | 0,11 |

Tab. 11: Naměřená data bez aditiv po 72 h.

| Po 72 hodinách 0% Aditiva 20,4°C 20,5% H | | | | Po 72 hodinách 0% Aditiva 20,4°C 20,5% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,29 | -0,14 | -0,19 | 0,29 | 0,14 | 0,19 |
| 2 | -0,28 | -0,52 | -0,42 | 0,28 | 0,52 | 0,42 |
| 3 | -0,45 | -0,28 | -0,40 | 0,45 | 0,28 | 0,40 |
| 4 | -0,28 | -0,20 | -0,23 | 0,28 | 0,20 | 0,23 |
| 5 | -0,36 | -0,27 | -0,34 | 0,36 | 0,27 | 0,34 |
| 6 | -0,37 | -0,26 | -0,35 | 0,37 | 0,26 | 0,35 |
| 7 | -0,39 | -0,26 | -0,36 | 0,39 | 0,26 | 0,36 |
| 8 | -0,40 | -0,25 | -0,37 | 0,40 | 0,25 | 0,37 |
| 9 | -0,42 | -0,25 | -0,38 | 0,42 | 0,25 | 0,38 |
| 10 | -0,43 | -0,24 | -0,39 | 0,43 | 0,24 | 0,39 |
| 11 | -0,44 | -0,23 | -0,40 | 0,44 | 0,23 | 0,40 |
| 12 | -0,46 | -0,23 | -0,41 | 0,46 | 0,23 | 0,41 |
| 13 | -0,47 | -0,22 | -0,42 | 0,47 | 0,22 | 0,42 |
| 14 | -0,49 | -0,22 | -0,43 | 0,49 | 0,22 | 0,43 |
| 15 | -0,50 | -0,21 | -0,44 | 0,50 | 0,21 | 0,44 |
| 16 | -0,51 | -0,20 | -0,45 | 0,51 | 0,20 | 0,45 |
| 17 | -0,53 | -0,20 | -0,46 | 0,53 | 0,20 | 0,46 |
| 18 | -0,54 | -0,19 | -0,47 | 0,54 | 0,19 | 0,47 |
| 19 | -0,56 | -0,19 | -0,48 | 0,56 | 0,19 | 0,48 |
| 20 | -0,57 | -0,18 | -0,49 | 0,57 | 0,18 | 0,49 |
| 21 | -0,58 | -0,17 | -0,50 | 0,58 | 0,17 | 0,50 |
| 22 | -0,60 | -0,17 | -0,51 | 0,60 | 0,17 | 0,51 |
| 23 | -0,61 | -0,16 | -0,52 | 0,61 | 0,16 | 0,52 |
| 24 | -0,63 | -0,16 | -0,53 | 0,63 | 0,16 | 0,53 |
| 25 | -0,64 | -0,15 | -0,54 | 0,64 | 0,15 | 0,54 |
| 26 | -0,65 | -0,14 | -0,55 | 0,65 | 0,14 | 0,55 |
| 27 | -0,67 | -0,14 | -0,56 | 0,67 | 0,14 | 0,56 |
| 28 | -0,68 | -0,13 | -0,57 | 0,68 | 0,13 | 0,57 |
| 29 | -0,70 | -0,13 | -0,58 | 0,70 | 0,13 | 0,58 |
| 30 | -0,71 | -0,12 | -0,59 | 0,71 | 0,12 | 0,59 |
| 31 | -0,72 | -0,11 | -0,60 | 0,72 | 0,11 | 0,60 |
| 32 | -0,74 | -0,11 | -0,61 | 0,74 | 0,11 | 0,61 |
| 33 | -0,75 | -0,10 | -0,62 | 0,75 | 0,10 | 0,62 |
| 34 | -0,77 | -0,10 | -0,63 | 0,77 | 0,10 | 0,63 |
| 35 | -0,78 | -0,09 | -0,64 | 0,78 | 0,09 | 0,64 |
| 36 | -0,79 | -0,08 | -0,65 | 0,79 | 0,08 | 0,65 |
| 37 | -0,81 | -0,08 | -0,66 | 0,81 | 0,08 | 0,66 |
| 38 | -0,82 | -0,07 | -0,67 | 0,82 | 0,07 | 0,67 |
| 39 | -0,84 | -0,07 | -0,68 | 0,84 | 0,07 | 0,68 |
| 40 | -0,85 | -0,06 | -0,69 | 0,85 | 0,06 | 0,69 |
| 41 | -0,86 | -0,05 | -0,70 | 0,86 | 0,05 | 0,70 |
| 42 | -0,88 | -0,05 | -0,71 | 0,88 | 0,05 | 0,71 |
| 43 | -0,89 | -0,04 | -0,72 | 0,89 | 0,04 | 0,72 |
| 44 | -0,91 | -0,04 | -0,73 | 0,91 | 0,04 | 0,73 |
| 45 | -0,92 | -0,03 | -0,74 | 0,92 | 0,03 | 0,74 |
| 46 | -0,93 | -0,02 | -0,75 | 0,93 | 0,02 | 0,75 |
| 47 | -0,95 | -0,02 | -0,76 | 0,95 | 0,02 | 0,76 |
| 48 | -0,96 | -0,01 | -0,77 | 0,96 | 0,01 | 0,77 |
| 49 | -0,98 | -0,01 | -0,78 | 0,98 | 0,01 | 0,78 |
| 50 | -0,99 | 0,00 | -0,79 | 0,99 | 0,00 | 0,79 |

Tab. 12: Naměřená data bez aditiv po 108 h.

| Po 108 hodinách 0% Aditiva 20,4°C 20,5% H | | | | Po 108 hodinách 0% Aditiva 20,4°C 20,5% H | | |
|--|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,13 | -0,04 | -0,22 | 0,13 | 0,04 | 0,22 |
| 2 | -0,75 | -0,89 | -0,62 | 0,75 | 0,89 | 0,62 |
| 3 | -0,59 | -0,30 | -0,39 | 0,59 | 0,30 | 0,39 |
| 4 | -0,56 | -0,48 | -0,37 | 0,56 | 0,48 | 0,37 |
| 5 | -0,79 | -0,61 | -0,46 | 0,79 | 0,61 | 0,46 |
| 6 | -0,90 | -0,68 | -0,48 | 0,90 | 0,68 | 0,48 |
| 7 | -1,02 | -0,76 | -0,50 | 1,02 | 0,76 | 0,50 |
| 8 | -1,13 | -0,83 | -0,52 | 1,13 | 0,83 | 0,52 |
| 9 | -1,24 | -0,90 | -0,54 | 1,24 | 0,90 | 0,54 |
| 10 | -1,36 | -0,98 | -0,57 | 1,36 | 0,98 | 0,57 |
| 11 | -1,47 | -1,05 | -0,59 | 1,47 | 1,05 | 0,59 |
| 12 | -1,58 | -1,12 | -0,61 | 1,58 | 1,12 | 0,61 |
| 13 | -1,69 | -1,19 | -0,63 | 1,69 | 1,19 | 0,63 |
| 14 | -1,81 | -1,27 | -0,65 | 1,81 | 1,27 | 0,65 |
| 15 | -1,92 | -1,34 | -0,68 | 1,92 | 1,34 | 0,68 |
| 16 | -2,03 | -1,41 | -0,70 | 2,03 | 1,41 | 0,70 |
| 17 | -2,15 | -1,49 | -0,72 | 2,15 | 1,49 | 0,72 |
| 18 | -2,26 | -1,56 | -0,74 | 2,26 | 1,56 | 0,74 |
| 19 | -2,37 | -1,63 | -0,76 | 2,37 | 1,63 | 0,76 |
| 20 | -2,49 | -1,71 | -0,79 | 2,49 | 1,71 | 0,79 |
| 21 | -2,60 | -1,78 | -0,81 | 2,60 | 1,78 | 0,81 |
| 22 | -2,71 | -1,85 | -0,83 | 2,71 | 1,85 | 0,83 |
| 23 | -2,82 | -1,92 | -0,85 | 2,82 | 1,92 | 0,85 |
| 24 | -2,94 | -2,00 | -0,87 | 2,94 | 2,00 | 0,87 |
| 25 | -3,05 | -2,07 | -0,90 | 3,05 | 2,07 | 0,90 |
| 26 | -3,16 | -2,14 | -0,92 | 3,16 | 2,14 | 0,92 |
| 27 | -3,28 | -2,22 | -0,94 | 3,28 | 2,22 | 0,94 |
| 28 | -3,39 | -2,29 | -0,96 | 3,39 | 2,29 | 0,96 |
| 29 | -3,50 | -2,36 | -0,98 | 3,50 | 2,36 | 0,98 |
| 30 | -3,62 | -2,44 | -1,01 | 3,62 | 2,44 | 1,01 |
| 31 | -3,73 | -2,51 | -1,03 | 3,73 | 2,51 | 1,03 |
| 32 | -3,84 | -2,58 | -1,05 | 3,84 | 2,58 | 1,05 |
| 33 | -3,95 | -2,65 | -1,07 | 3,95 | 2,65 | 1,07 |
| 34 | -4,07 | -2,73 | -1,09 | 4,07 | 2,73 | 1,09 |
| 35 | -4,18 | -2,80 | -1,12 | 4,18 | 2,80 | 1,12 |
| 36 | -4,29 | -2,87 | -1,14 | 4,29 | 2,87 | 1,14 |
| 37 | -4,41 | -2,95 | -1,16 | 4,41 | 2,95 | 1,16 |
| 38 | -4,52 | -3,02 | -1,18 | 4,52 | 3,02 | 1,18 |
| 39 | -4,63 | -3,09 | -1,20 | 4,63 | 3,09 | 1,20 |
| 40 | -4,75 | -3,17 | -1,23 | 4,75 | 3,17 | 1,23 |
| 41 | -4,86 | -3,24 | -1,25 | 4,86 | 3,24 | 1,25 |
| 42 | -4,97 | -3,31 | -1,27 | 4,97 | 3,31 | 1,27 |
| 43 | -5,08 | -3,38 | -1,29 | 5,08 | 3,38 | 1,29 |
| 44 | -5,20 | -3,46 | -1,31 | 5,20 | 3,46 | 1,31 |
| 45 | -5,31 | -3,53 | -1,34 | 5,31 | 3,53 | 1,34 |
| 46 | -5,42 | -3,60 | -1,36 | 5,42 | 3,60 | 1,36 |
| 47 | -5,54 | -3,68 | -1,38 | 5,54 | 3,68 | 1,38 |
| 48 | -5,65 | -3,75 | -1,40 | 5,65 | 3,75 | 1,40 |
| 49 | -5,76 | -3,82 | -1,42 | 5,76 | 3,82 | 1,42 |
| 50 | -5,88 | -3,90 | -1,45 | 5,88 | 3,90 | 1,45 |

Tab. 13: Naměřená data se 3% aditiv ihned po výrobě

| Ihned po výrobě 3 % Aditiva 20,5°C 21% H | | | | Ihned po výrobě 3 % Aditiva 20,5°C 21% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,66 | -0,20 | 0,40 | 0,66 | 0,20 | 0,40 |
| 2 | -0,80 | -0,20 | -0,30 | 0,80 | 0,20 | 0,30 |
| 3 | -0,29 | 0,09 | -0,10 | 0,29 | 0,09 | 0,10 |
| 4 | 0,87 | 2,36 | 0,79 | 0,87 | 2,36 | 0,79 |
| 5 | 1,06 | 2,51 | 0,54 | 1,06 | 2,51 | 0,54 |
| 6 | 1,57 | 3,30 | 0,68 | 1,57 | 3,30 | 0,68 |
| 7 | 2,08 | 4,10 | 0,81 | 2,08 | 4,10 | 0,81 |
| 8 | 2,59 | 4,90 | 0,95 | 2,59 | 4,90 | 0,95 |
| 9 | 3,10 | 5,69 | 1,09 | 3,10 | 5,69 | 1,09 |
| 10 | 3,61 | 6,49 | 1,23 | 3,61 | 6,49 | 1,23 |
| 11 | 4,12 | 7,29 | 1,36 | 4,12 | 7,29 | 1,36 |
| 12 | 4,63 | 8,08 | 1,50 | 4,63 | 8,08 | 1,50 |
| 13 | 5,14 | 8,88 | 1,64 | 5,14 | 8,88 | 1,64 |
| 14 | 5,65 | 9,68 | 1,77 | 5,65 | 9,68 | 1,77 |
| 15 | 6,16 | 10,48 | 1,91 | 6,16 | 10,48 | 1,91 |
| 16 | 6,67 | 11,27 | 2,05 | 6,67 | 11,27 | 2,05 |
| 17 | 7,18 | 12,07 | 2,18 | 7,18 | 12,07 | 2,18 |
| 18 | 7,69 | 12,87 | 2,32 | 7,69 | 12,87 | 2,32 |
| 19 | 8,20 | 13,66 | 2,46 | 8,20 | 13,66 | 2,46 |
| 20 | 8,71 | 14,46 | 2,60 | 8,71 | 14,46 | 2,60 |
| 21 | 9,22 | 15,26 | 2,73 | 9,22 | 15,26 | 2,73 |
| 22 | 9,73 | 16,05 | 2,87 | 9,73 | 16,05 | 2,87 |
| 23 | 10,24 | 16,85 | 3,01 | 10,24 | 16,85 | 3,01 |
| 24 | 10,75 | 17,65 | 3,14 | 10,75 | 17,65 | 3,14 |
| 25 | 11,26 | 18,45 | 3,28 | 11,26 | 18,45 | 3,28 |
| 26 | 11,77 | 19,24 | 3,42 | 11,77 | 19,24 | 3,42 |
| 27 | 12,28 | 20,04 | 3,55 | 12,28 | 20,04 | 3,55 |
| 28 | 12,79 | 20,84 | 3,69 | 12,79 | 20,84 | 3,69 |
| 29 | 13,30 | 21,63 | 3,83 | 13,30 | 21,63 | 3,83 |
| 30 | 13,81 | 22,43 | 3,97 | 13,81 | 22,43 | 3,97 |
| 31 | 14,32 | 23,23 | 4,10 | 14,32 | 23,23 | 4,10 |
| 32 | 14,83 | 24,02 | 4,24 | 14,83 | 24,02 | 4,24 |
| 33 | 15,34 | 24,82 | 4,38 | 15,34 | 24,82 | 4,38 |
| 34 | 15,85 | 25,62 | 4,51 | 15,85 | 25,62 | 4,51 |
| 35 | 16,36 | 26,42 | 4,65 | 16,36 | 26,42 | 4,65 |
| 36 | 16,87 | 27,21 | 4,79 | 16,87 | 27,21 | 4,79 |
| 37 | 17,38 | 28,01 | 4,92 | 17,38 | 28,01 | 4,92 |
| 38 | 17,89 | 28,81 | 5,06 | 17,89 | 28,81 | 5,06 |
| 39 | 18,40 | 29,60 | 5,20 | 18,40 | 29,60 | 5,20 |
| 40 | 18,91 | 30,40 | 5,34 | 18,91 | 30,40 | 5,34 |
| 41 | 19,42 | 31,20 | 5,47 | 19,42 | 31,20 | 5,47 |
| 42 | 19,93 | 31,99 | 5,61 | 19,93 | 31,99 | 5,61 |
| 43 | 20,44 | 32,79 | 5,75 | 20,44 | 32,79 | 5,75 |
| 44 | 20,95 | 33,59 | 5,88 | 20,95 | 33,59 | 5,88 |
| 45 | 21,46 | 34,39 | 6,02 | 21,46 | 34,39 | 6,02 |
| 46 | 21,97 | 35,18 | 6,16 | 21,97 | 35,18 | 6,16 |
| 47 | 22,48 | 35,98 | 6,29 | 22,48 | 35,98 | 6,29 |
| 48 | 22,99 | 36,78 | 6,43 | 22,99 | 36,78 | 6,43 |
| 49 | 23,50 | 37,57 | 6,57 | 23,50 | 37,57 | 6,57 |
| 50 | 24,01 | 38,37 | 6,71 | 24,01 | 38,37 | 6,71 |

Tab. 14: Naměřená data se 3% aditiv po 12 h.

| Po 12 hodinách 3% 21°C 22% H | | | | Po 12 hodinách 3% 21°C 22% H | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,30 | -0,32 | -0,35 | 0,30 | 0,32 | 0,35 |
| 2 | -0,78 | -0,36 | -0,60 | 0,78 | 0,36 | 0,60 |
| 3 | -0,40 | -0,30 | -0,50 | 0,40 | 0,30 | 0,50 |
| 4 | 0,24 | 0,33 | -0,27 | 0,24 | 0,33 | 0,27 |
| 5 | 0,19 | 0,34 | -0,35 | 0,19 | 0,34 | 0,35 |
| 6 | 0,39 | 0,54 | -0,31 | 0,39 | 0,54 | 0,31 |
| 7 | 0,59 | 0,74 | -0,28 | 0,59 | 0,74 | 0,28 |
| 8 | 0,79 | 0,94 | -0,24 | 0,79 | 0,94 | 0,24 |
| 9 | 0,99 | 1,14 | -0,21 | 0,99 | 1,14 | 0,21 |
| 10 | 1,19 | 1,35 | -0,18 | 1,19 | 1,35 | 0,18 |
| 11 | 1,39 | 1,55 | -0,14 | 1,39 | 1,55 | 0,14 |
| 12 | 1,59 | 1,75 | -0,11 | 1,59 | 1,75 | 0,11 |
| 13 | 1,79 | 1,95 | -0,07 | 1,79 | 1,95 | 0,07 |
| 14 | 1,99 | 2,15 | -0,04 | 1,99 | 2,15 | 0,04 |
| 15 | 2,19 | 2,35 | 0,00 | 2,19 | 2,35 | 0,00 |
| 16 | 2,39 | 2,55 | 0,03 | 2,39 | 2,55 | 0,03 |
| 17 | 2,59 | 2,75 | 0,06 | 2,59 | 2,75 | 0,06 |
| 18 | 2,79 | 2,95 | 0,10 | 2,79 | 2,95 | 0,10 |
| 19 | 2,99 | 3,15 | 0,13 | 2,99 | 3,15 | 0,13 |
| 20 | 3,19 | 3,36 | 0,16 | 3,19 | 3,36 | 0,16 |
| 21 | 3,39 | 3,56 | 0,20 | 3,39 | 3,56 | 0,20 |
| 22 | 3,59 | 3,76 | 0,23 | 3,59 | 3,76 | 0,23 |
| 23 | 3,79 | 3,96 | 0,27 | 3,79 | 3,96 | 0,27 |
| 24 | 3,99 | 4,16 | 0,30 | 3,99 | 4,16 | 0,30 |
| 25 | 4,19 | 4,36 | 0,33 | 4,19 | 4,36 | 0,33 |
| 26 | 4,39 | 4,56 | 0,37 | 4,39 | 4,56 | 0,37 |
| 27 | 4,59 | 4,76 | 0,40 | 4,59 | 4,76 | 0,40 |
| 28 | 4,79 | 4,96 | 0,44 | 4,79 | 4,96 | 0,44 |
| 29 | 4,99 | 5,16 | 0,47 | 4,99 | 5,16 | 0,47 |
| 30 | 5,19 | 5,37 | 0,50 | 5,19 | 5,37 | 0,50 |
| 31 | 5,39 | 5,57 | 0,54 | 5,39 | 5,57 | 0,54 |
| 32 | 5,59 | 5,77 | 0,57 | 5,59 | 5,77 | 0,57 |
| 33 | 5,79 | 5,97 | 0,61 | 5,79 | 5,97 | 0,61 |
| 34 | 5,99 | 6,17 | 0,64 | 5,99 | 6,17 | 0,64 |
| 35 | 6,19 | 6,37 | 0,68 | 6,19 | 6,37 | 0,68 |
| 36 | 6,39 | 6,57 | 0,71 | 6,39 | 6,57 | 0,71 |
| 37 | 6,59 | 6,77 | 0,74 | 6,59 | 6,77 | 0,74 |
| 38 | 6,79 | 6,97 | 0,78 | 6,79 | 6,97 | 0,78 |
| 39 | 6,99 | 7,17 | 0,81 | 6,99 | 7,17 | 0,81 |
| 40 | 7,19 | 7,38 | 0,85 | 7,19 | 7,38 | 0,85 |
| 41 | 7,39 | 7,58 | 0,88 | 7,39 | 7,58 | 0,88 |
| 42 | 7,59 | 7,78 | 0,91 | 7,59 | 7,78 | 0,91 |
| 43 | 7,79 | 7,98 | 0,95 | 7,79 | 7,98 | 0,95 |
| 44 | 7,99 | 8,18 | 0,98 | 7,99 | 8,18 | 0,98 |
| 45 | 8,19 | 8,38 | 1,02 | 8,19 | 8,38 | 1,02 |
| 46 | 8,39 | 8,58 | 1,05 | 8,39 | 8,58 | 1,05 |
| 47 | 8,59 | 8,78 | 1,08 | 8,59 | 8,78 | 1,08 |
| 48 | 8,79 | 8,98 | 1,12 | 8,79 | 8,98 | 1,12 |
| 49 | 8,99 | 9,18 | 1,15 | 8,99 | 9,18 | 1,15 |
| 50 | 9,19 | 9,39 | 1,19 | 9,19 | 9,39 | 1,19 |

Tab. 15: Naměřená data se 3 % aditiv po 24h

| Po 24 hodinách 3% Aditiva 20,4°C 20,3% H | | | | Po 24 hodinách 3% Aditiva 20,4°C 20,3% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,32 | -0,38 | -0,40 | 0,32 | 0,38 | 0,40 |
| 2 | -0,33 | -0,41 | -0,40 | 0,33 | 0,41 | 0,40 |
| 3 | -0,46 | -0,30 | -0,50 | 0,46 | 0,30 | 0,50 |
| 4 | 0,03 | 0,22 | -0,31 | 0,03 | 0,22 | 0,31 |
| 5 | -0,04 | 0,26 | -0,36 | 0,04 | 0,26 | 0,36 |
| 6 | 0,05 | 0,45 | -0,34 | 0,05 | 0,45 | 0,34 |
| 7 | 0,14 | 0,64 | -0,33 | 0,14 | 0,64 | 0,33 |
| 8 | 0,24 | 0,83 | -0,31 | 0,24 | 0,83 | 0,31 |
| 9 | 0,33 | 1,02 | -0,29 | 0,33 | 1,02 | 0,29 |
| 10 | 0,42 | 1,22 | -0,28 | 0,42 | 1,22 | 0,28 |
| 11 | 0,51 | 1,41 | -0,26 | 0,51 | 1,41 | 0,26 |
| 12 | 0,60 | 1,60 | -0,24 | 0,60 | 1,60 | 0,24 |
| 13 | 0,70 | 1,79 | -0,22 | 0,70 | 1,79 | 0,22 |
| 14 | 0,79 | 1,98 | -0,21 | 0,79 | 1,98 | 0,21 |
| 15 | 0,88 | 2,17 | -0,19 | 0,88 | 2,17 | 0,19 |
| 16 | 0,97 | 2,36 | -0,17 | 0,97 | 2,36 | 0,17 |
| 17 | 1,06 | 2,55 | -0,16 | 1,06 | 2,55 | 0,16 |
| 18 | 1,16 | 2,74 | -0,14 | 1,16 | 2,74 | 0,14 |
| 19 | 1,25 | 2,93 | -0,12 | 1,25 | 2,93 | 0,12 |
| 20 | 1,34 | 3,13 | -0,11 | 1,34 | 3,13 | 0,11 |
| 21 | 1,43 | 3,32 | -0,09 | 1,43 | 3,32 | 0,09 |
| 22 | 1,52 | 3,51 | -0,07 | 1,52 | 3,51 | 0,07 |
| 23 | 1,62 | 3,70 | -0,05 | 1,62 | 3,70 | 0,05 |
| 24 | 1,71 | 3,89 | -0,04 | 1,71 | 3,89 | 0,04 |
| 25 | 1,80 | 4,08 | -0,02 | 1,80 | 4,08 | 0,02 |
| 26 | 1,89 | 4,27 | 0,00 | 1,89 | 4,27 | 0,00 |
| 27 | 1,98 | 4,46 | 0,01 | 1,98 | 4,46 | 0,01 |
| 28 | 2,08 | 4,65 | 0,03 | 2,08 | 4,65 | 0,03 |
| 29 | 2,17 | 4,84 | 0,05 | 2,17 | 4,84 | 0,05 |
| 30 | 2,26 | 5,04 | 0,06 | 2,26 | 5,04 | 0,06 |
| 31 | 2,35 | 5,23 | 0,08 | 2,35 | 5,23 | 0,08 |
| 32 | 2,44 | 5,42 | 0,10 | 2,44 | 5,42 | 0,10 |
| 33 | 2,54 | 5,61 | 0,12 | 2,54 | 5,61 | 0,12 |
| 34 | 2,63 | 5,80 | 0,13 | 2,63 | 5,80 | 0,13 |
| 35 | 2,72 | 5,99 | 0,15 | 2,72 | 5,99 | 0,15 |
| 36 | 2,81 | 6,18 | 0,17 | 2,81 | 6,18 | 0,17 |
| 37 | 2,90 | 6,37 | 0,18 | 2,90 | 6,37 | 0,18 |
| 38 | 3,00 | 6,56 | 0,20 | 3,00 | 6,56 | 0,20 |
| 39 | 3,09 | 6,75 | 0,22 | 3,09 | 6,75 | 0,22 |
| 40 | 3,18 | 6,95 | 0,24 | 3,18 | 6,95 | 0,24 |
| 41 | 3,27 | 7,14 | 0,25 | 3,27 | 7,14 | 0,25 |
| 42 | 3,36 | 7,33 | 0,27 | 3,36 | 7,33 | 0,27 |
| 43 | 3,46 | 7,52 | 0,29 | 3,46 | 7,52 | 0,29 |
| 44 | 3,55 | 7,71 | 0,30 | 3,55 | 7,71 | 0,30 |
| 45 | 3,64 | 7,90 | 0,32 | 3,64 | 7,90 | 0,32 |
| 46 | 3,73 | 8,09 | 0,34 | 3,73 | 8,09 | 0,34 |
| 47 | 3,82 | 8,28 | 0,35 | 3,82 | 8,28 | 0,35 |
| 48 | 3,92 | 8,47 | 0,37 | 3,92 | 8,47 | 0,37 |
| 49 | 4,01 | 8,66 | 0,39 | 4,01 | 8,66 | 0,39 |
| 50 | 4,10 | 8,86 | 0,41 | 4,10 | 8,86 | 0,41 |

Tab. 16: Naměřená data se 3 % aditiv po 36h

| Po 36 hodinách 3% Aditiva 20,6°C 20,8% H | | | | Po 36 hodinách 3% Aditiva 20,6°C 20,8% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,23 | -0,39 | -0,32 | 0,23 | 0,39 | 0,32 |
| 2 | -0,18 | -0,21 | -0,14 | 0,18 | 0,21 | 0,14 |
| 3 | 0,00 | 0,03 | -0,06 | 0,00 | 0,03 | 0,06 |
| 4 | 0,02 | 0,29 | -0,09 | 0,02 | 0,29 | 0,09 |
| 5 | 0,14 | 0,50 | 0,04 | 0,14 | 0,50 | 0,04 |
| 6 | 0,23 | 0,73 | 0,12 | 0,23 | 0,73 | 0,12 |
| 7 | 0,32 | 0,96 | 0,19 | 0,32 | 0,96 | 0,19 |
| 8 | 0,41 | 1,18 | 0,27 | 0,41 | 1,18 | 0,27 |
| 9 | 0,51 | 1,41 | 0,35 | 0,51 | 1,41 | 0,35 |
| 10 | 0,60 | 1,64 | 0,43 | 0,60 | 1,64 | 0,43 |
| 11 | 0,69 | 1,87 | 0,50 | 0,69 | 1,87 | 0,50 |
| 12 | 0,79 | 2,10 | 0,58 | 0,79 | 2,10 | 0,58 |
| 13 | 0,88 | 2,32 | 0,66 | 0,88 | 2,32 | 0,66 |
| 14 | 0,97 | 2,55 | 0,73 | 0,97 | 2,55 | 0,73 |
| 15 | 1,07 | 2,78 | 0,81 | 1,07 | 2,78 | 0,81 |
| 16 | 1,16 | 3,01 | 0,89 | 1,16 | 3,01 | 0,89 |
| 17 | 1,25 | 3,24 | 0,96 | 1,25 | 3,24 | 0,96 |
| 18 | 1,34 | 3,46 | 1,04 | 1,34 | 3,46 | 1,04 |
| 19 | 1,44 | 3,69 | 1,12 | 1,44 | 3,69 | 1,12 |
| 20 | 1,53 | 3,92 | 1,20 | 1,53 | 3,92 | 1,20 |
| 21 | 1,62 | 4,15 | 1,27 | 1,62 | 4,15 | 1,27 |
| 22 | 1,72 | 4,38 | 1,35 | 1,72 | 4,38 | 1,35 |
| 23 | 1,81 | 4,60 | 1,43 | 1,81 | 4,60 | 1,43 |
| 24 | 1,90 | 4,83 | 1,50 | 1,90 | 4,83 | 1,50 |
| 25 | 2,00 | 5,06 | 1,58 | 2,00 | 5,06 | 1,58 |
| 26 | 2,09 | 5,29 | 1,66 | 2,09 | 5,29 | 1,66 |
| 27 | 2,18 | 5,52 | 1,73 | 2,18 | 5,52 | 1,73 |
| 28 | 2,27 | 5,74 | 1,81 | 2,27 | 5,74 | 1,81 |
| 29 | 2,37 | 5,97 | 1,89 | 2,37 | 5,97 | 1,89 |
| 30 | 2,46 | 6,20 | 1,97 | 2,46 | 6,20 | 1,97 |
| 31 | 2,55 | 6,43 | 2,04 | 2,55 | 6,43 | 2,04 |
| 32 | 2,65 | 6,66 | 2,12 | 2,65 | 6,66 | 2,12 |
| 33 | 2,74 | 6,88 | 2,20 | 2,74 | 6,88 | 2,20 |
| 34 | 2,83 | 7,11 | 2,27 | 2,83 | 7,11 | 2,27 |
| 35 | 2,93 | 7,34 | 2,35 | 2,93 | 7,34 | 2,35 |
| 36 | 3,02 | 7,57 | 2,43 | 3,02 | 7,57 | 2,43 |
| 37 | 3,11 | 7,80 | 2,50 | 3,11 | 7,80 | 2,50 |
| 38 | 3,20 | 8,02 | 2,58 | 3,20 | 8,02 | 2,58 |
| 39 | 3,30 | 8,25 | 2,66 | 3,30 | 8,25 | 2,66 |
| 40 | 3,39 | 8,48 | 2,74 | 3,39 | 8,48 | 2,74 |
| 41 | 3,48 | 8,71 | 2,81 | 3,48 | 8,71 | 2,81 |
| 42 | 3,58 | 8,94 | 2,89 | 3,58 | 8,94 | 2,89 |
| 43 | 3,67 | 9,16 | 2,97 | 3,67 | 9,16 | 2,97 |
| 44 | 3,76 | 9,39 | 3,04 | 3,76 | 9,39 | 3,04 |
| 45 | 3,86 | 9,62 | 3,12 | 3,86 | 9,62 | 3,12 |
| 46 | 3,95 | 9,85 | 3,20 | 3,95 | 9,85 | 3,20 |
| 47 | 4,04 | 10,08 | 3,27 | 4,04 | 10,08 | 3,27 |
| 48 | 4,13 | 10,30 | 3,35 | 4,13 | 10,30 | 3,35 |
| 49 | 4,23 | 10,53 | 3,43 | 4,23 | 10,53 | 3,43 |
| 50 | 4,32 | 10,76 | 3,51 | 4,32 | 10,76 | 3,51 |

Tab. 17: Naměřená data se 3% aditiv po 48 h.

| Po 48 hodinách 3% Aditiva 20,1°C 20,7% H | | | | Po 48 hodinách 3% Aditiva 20,1°C 20,7% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,20 | -0,27 | -0,25 | 0,20 | 0,27 | 0,25 |
| 2 | -0,13 | -0,11 | -0,09 | 0,13 | 0,11 | 0,09 |
| 3 | -0,02 | 0,00 | -0,15 | 0,02 | 0,00 | 0,15 |
| 4 | -0,02 | -0,17 | -0,08 | 0,02 | 0,17 | 0,08 |
| 5 | 0,07 | -0,04 | -0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,03 |
| 6 | 0,14 | 0,01 | 0,02 | 0,14 | 0,01 | 0,02 |
| 7 | 0,20 | 0,05 | 0,06 | 0,20 | 0,05 | 0,06 |
| 8 | 0,27 | 0,09 | 0,11 | 0,27 | 0,09 | 0,11 |
| 9 | 0,33 | 0,13 | 0,15 | 0,33 | 0,13 | 0,15 |
| 10 | 0,40 | 0,17 | 0,20 | 0,40 | 0,17 | 0,20 |
| 11 | 0,46 | 0,21 | 0,24 | 0,46 | 0,21 | 0,24 |
| 12 | 0,53 | 0,25 | 0,29 | 0,53 | 0,25 | 0,29 |
| 13 | 0,59 | 0,29 | 0,33 | 0,59 | 0,29 | 0,33 |
| 14 | 0,66 | 0,33 | 0,38 | 0,66 | 0,33 | 0,38 |
| 15 | 0,72 | 0,38 | 0,42 | 0,72 | 0,38 | 0,42 |
| 16 | 0,79 | 0,42 | 0,47 | 0,79 | 0,42 | 0,47 |
| 17 | 0,85 | 0,46 | 0,51 | 0,85 | 0,46 | 0,51 |
| 18 | 0,92 | 0,50 | 0,56 | 0,92 | 0,50 | 0,56 |
| 19 | 0,98 | 0,54 | 0,60 | 0,98 | 0,54 | 0,60 |
| 20 | 1,05 | 0,58 | 0,65 | 1,05 | 0,58 | 0,65 |
| 21 | 1,11 | 0,62 | 0,69 | 1,11 | 0,62 | 0,69 |
| 22 | 1,18 | 0,66 | 0,74 | 1,18 | 0,66 | 0,74 |
| 23 | 1,24 | 0,70 | 0,78 | 1,24 | 0,70 | 0,78 |
| 24 | 1,31 | 0,74 | 0,83 | 1,31 | 0,74 | 0,83 |
| 25 | 1,37 | 0,79 | 0,87 | 1,37 | 0,79 | 0,87 |
| 26 | 1,44 | 0,83 | 0,92 | 1,44 | 0,83 | 0,92 |
| 27 | 1,50 | 0,87 | 0,96 | 1,50 | 0,87 | 0,96 |
| 28 | 1,57 | 0,91 | 1,01 | 1,57 | 0,91 | 1,01 |
| 29 | 1,63 | 0,95 | 1,05 | 1,63 | 0,95 | 1,05 |
| 30 | 1,70 | 0,99 | 1,10 | 1,70 | 0,99 | 1,10 |
| 31 | 1,76 | 1,03 | 1,14 | 1,76 | 1,03 | 1,14 |
| 32 | 1,83 | 1,07 | 1,19 | 1,83 | 1,07 | 1,19 |
| 33 | 1,89 | 1,11 | 1,23 | 1,89 | 1,11 | 1,23 |
| 34 | 1,96 | 1,15 | 1,28 | 1,96 | 1,15 | 1,28 |
| 35 | 2,02 | 1,20 | 1,32 | 2,02 | 1,20 | 1,32 |
| 36 | 2,09 | 1,24 | 1,37 | 2,09 | 1,24 | 1,37 |
| 37 | 2,15 | 1,28 | 1,41 | 2,15 | 1,28 | 1,41 |
| 38 | 2,22 | 1,32 | 1,46 | 2,22 | 1,32 | 1,46 |
| 39 | 2,28 | 1,36 | 1,50 | 2,28 | 1,36 | 1,50 |
| 40 | 2,35 | 1,40 | 1,55 | 2,35 | 1,40 | 1,55 |
| 41 | 2,41 | 1,44 | 1,59 | 2,41 | 1,44 | 1,59 |
| 42 | 2,48 | 1,48 | 1,64 | 2,48 | 1,48 | 1,64 |
| 43 | 2,54 | 1,52 | 1,68 | 2,54 | 1,52 | 1,68 |
| 44 | 2,61 | 1,56 | 1,73 | 2,61 | 1,56 | 1,73 |
| 45 | 2,67 | 1,61 | 1,77 | 2,67 | 1,61 | 1,77 |
| 46 | 2,74 | 1,65 | 1,82 | 2,74 | 1,65 | 1,82 |
| 47 | 2,80 | 1,69 | 1,86 | 2,80 | 1,69 | 1,86 |
| 48 | 2,87 | 1,73 | 1,91 | 2,87 | 1,73 | 1,91 |
| 49 | 2,93 | 1,77 | 1,95 | 2,93 | 1,77 | 1,95 |
| 50 | 3,00 | 1,81 | 2,00 | 3,00 | 1,81 | 2,00 |

Tab. 18: Naměřená data se 3% aditiv po 72 h.

| Po 72 hodinách 3% Aditiva 20,1°C 20,7% H | | | | Po 72 hodinách 3% Aditiva 20,1°C 20,7% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,10 | -0,08 | -0,18 | 0,10 | 0,08 | 0,18 |
| 2 | -0,01 | -0,06 | -0,05 | 0,01 | 0,06 | 0,05 |
| 3 | -0,20 | -0,14 | 0,24 | 0,20 | 0,14 | 0,24 |
| 4 | 0,00 | -0,09 | -0,07 | 0,00 | 0,09 | 0,07 |
| 5 | -0,05 | -0,12 | 0,14 | 0,05 | 0,12 | 0,14 |
| 6 | -0,04 | -0,13 | 0,20 | 0,04 | 0,13 | 0,20 |
| 7 | -0,03 | -0,14 | 0,26 | 0,03 | 0,14 | 0,26 |
| 8 | -0,02 | -0,15 | 0,33 | 0,02 | 0,15 | 0,33 |
| 9 | -0,01 | -0,16 | 0,39 | 0,01 | 0,16 | 0,39 |
| 10 | 0,00 | -0,18 | 0,45 | 0,00 | 0,18 | 0,45 |
| 11 | 0,02 | -0,19 | 0,51 | 0,02 | 0,19 | 0,51 |
| 12 | 0,03 | -0,20 | 0,57 | 0,03 | 0,20 | 0,57 |
| 13 | 0,04 | -0,21 | 0,64 | 0,04 | 0,21 | 0,64 |
| 14 | 0,05 | -0,22 | 0,70 | 0,05 | 0,22 | 0,70 |
| 15 | 0,06 | -0,23 | 0,76 | 0,06 | 0,23 | 0,76 |
| 16 | 0,07 | -0,24 | 0,82 | 0,07 | 0,24 | 0,82 |
| 17 | 0,08 | -0,25 | 0,88 | 0,08 | 0,25 | 0,88 |
| 18 | 0,09 | -0,26 | 0,95 | 0,09 | 0,26 | 0,95 |
| 19 | 0,10 | -0,27 | 1,01 | 0,10 | 0,27 | 1,01 |
| 20 | 0,12 | -0,29 | 1,07 | 0,12 | 0,29 | 1,07 |
| 21 | 0,13 | -0,30 | 1,13 | 0,13 | 0,30 | 1,13 |
| 22 | 0,14 | -0,31 | 1,19 | 0,14 | 0,31 | 1,19 |
| 23 | 0,15 | -0,32 | 1,26 | 0,15 | 0,32 | 1,26 |
| 24 | 0,16 | -0,33 | 1,32 | 0,16 | 0,33 | 1,32 |
| 25 | 0,17 | -0,34 | 1,38 | 0,17 | 0,34 | 1,38 |
| 26 | 0,18 | -0,35 | 1,44 | 0,18 | 0,35 | 1,44 |
| 27 | 0,19 | -0,36 | 1,50 | 0,19 | 0,36 | 1,50 |
| 28 | 0,20 | -0,37 | 1,57 | 0,20 | 0,37 | 1,57 |
| 29 | 0,21 | -0,38 | 1,63 | 0,21 | 0,38 | 1,63 |
| 30 | 0,23 | -0,40 | 1,69 | 0,23 | 0,40 | 1,69 |
| 31 | 0,24 | -0,41 | 1,75 | 0,24 | 0,41 | 1,75 |
| 32 | 0,25 | -0,42 | 1,81 | 0,25 | 0,42 | 1,81 |
| 33 | 0,26 | -0,43 | 1,88 | 0,26 | 0,43 | 1,88 |
| 34 | 0,27 | -0,44 | 1,94 | 0,27 | 0,44 | 1,94 |
| 35 | 0,28 | -0,45 | 2,00 | 0,28 | 0,45 | 2,00 |
| 36 | 0,29 | -0,46 | 2,06 | 0,29 | 0,46 | 2,06 |
| 37 | 0,30 | -0,47 | 2,12 | 0,30 | 0,47 | 2,12 |
| 38 | 0,31 | -0,48 | 2,19 | 0,31 | 0,48 | 2,19 |
| 39 | 0,32 | -0,49 | 2,25 | 0,32 | 0,49 | 2,25 |
| 40 | 0,34 | -0,51 | 2,31 | 0,34 | 0,51 | 2,31 |
| 41 | 0,35 | -0,52 | 2,37 | 0,35 | 0,52 | 2,37 |
| 42 | 0,36 | -0,53 | 2,43 | 0,36 | 0,53 | 2,43 |
| 43 | 0,37 | -0,54 | 2,50 | 0,37 | 0,54 | 2,50 |
| 44 | 0,38 | -0,55 | 2,56 | 0,38 | 0,55 | 2,56 |
| 45 | 0,39 | -0,56 | 2,62 | 0,39 | 0,56 | 2,62 |
| 46 | 0,40 | -0,57 | 2,68 | 0,40 | 0,57 | 2,68 |
| 47 | 0,41 | -0,58 | 2,74 | 0,41 | 0,58 | 2,74 |
| 48 | 0,42 | -0,59 | 2,81 | 0,42 | 0,59 | 2,81 |
| 49 | 0,43 | -0,60 | 2,87 | 0,43 | 0,60 | 2,87 |
| 50 | 0,45 | -0,62 | 2,93 | 0,45 | 0,62 | 2,93 |

Tab. 19: Naměřená data se 3% aditiv po 108 h.

| Po 108 hodinách 3% Aditiva 20,1°C 20,7% H | | | | Po 108 hodinách 3% Aditiva 20,1°C 20,7% H | | |
|--|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,15 | -0,07 | -0,11 | 0,15 | 0,07 | 0,11 |
| 2 | -0,11 | -0,04 | -0,09 | 0,11 | 0,04 | 0,09 |
| 3 | -0,24 | -0,29 | -0,28 | 0,24 | 0,29 | 0,28 |
| 4 | -0,03 | -0,07 | -0,05 | 0,03 | 0,07 | 0,05 |
| 5 | -0,08 | -0,18 | -0,14 | 0,08 | 0,18 | 0,14 |
| 6 | -0,05 | -0,21 | -0,14 | 0,05 | 0,21 | 0,14 |
| 7 | -0,03 | -0,23 | -0,14 | 0,03 | 0,23 | 0,14 |
| 8 | -0,01 | -0,26 | -0,14 | 0,01 | 0,26 | 0,14 |
| 9 | 0,02 | -0,28 | -0,14 | 0,02 | 0,28 | 0,14 |
| 10 | 0,04 | -0,31 | -0,14 | 0,04 | 0,31 | 0,14 |
| 11 | 0,06 | -0,33 | -0,14 | 0,06 | 0,33 | 0,14 |
| 12 | 0,09 | -0,36 | -0,14 | 0,09 | 0,36 | 0,14 |
| 13 | 0,11 | -0,38 | -0,14 | 0,11 | 0,38 | 0,14 |
| 14 | 0,13 | -0,41 | -0,14 | 0,13 | 0,41 | 0,14 |
| 15 | 0,16 | -0,43 | -0,15 | 0,16 | 0,43 | 0,15 |
| 16 | 0,18 | -0,46 | -0,15 | 0,18 | 0,46 | 0,15 |
| 17 | 0,20 | -0,48 | -0,15 | 0,20 | 0,48 | 0,15 |
| 18 | 0,22 | -0,51 | -0,15 | 0,22 | 0,51 | 0,15 |
| 19 | 0,25 | -0,53 | -0,15 | 0,25 | 0,53 | 0,15 |
| 20 | 0,27 | -0,56 | -0,15 | 0,27 | 0,56 | 0,15 |
| 21 | 0,29 | -0,58 | -0,15 | 0,29 | 0,58 | 0,15 |
| 22 | 0,32 | -0,61 | -0,15 | 0,32 | 0,61 | 0,15 |
| 23 | 0,34 | -0,63 | -0,15 | 0,34 | 0,63 | 0,15 |
| 24 | 0,36 | -0,66 | -0,15 | 0,36 | 0,66 | 0,15 |
| 25 | 0,39 | -0,68 | -0,16 | 0,39 | 0,68 | 0,16 |
| 26 | 0,41 | -0,71 | -0,16 | 0,41 | 0,71 | 0,16 |
| 27 | 0,43 | -0,73 | -0,16 | 0,43 | 0,73 | 0,16 |
| 28 | 0,45 | -0,76 | -0,16 | 0,45 | 0,76 | 0,16 |
| 29 | 0,48 | -0,78 | -0,16 | 0,48 | 0,78 | 0,16 |
| 30 | 0,50 | -0,81 | -0,16 | 0,50 | 0,81 | 0,16 |
| 31 | 0,52 | -0,83 | -0,16 | 0,52 | 0,83 | 0,16 |
| 32 | 0,55 | -0,86 | -0,16 | 0,55 | 0,86 | 0,16 |
| 33 | 0,57 | -0,88 | -0,16 | 0,57 | 0,88 | 0,16 |
| 34 | 0,59 | -0,91 | -0,16 | 0,59 | 0,91 | 0,16 |
| 35 | 0,62 | -0,93 | -0,17 | 0,62 | 0,93 | 0,17 |
| 36 | 0,64 | -0,96 | -0,17 | 0,64 | 0,96 | 0,17 |
| 37 | 0,66 | -0,98 | -0,17 | 0,66 | 0,98 | 0,17 |
| 38 | 0,68 | -1,01 | -0,17 | 0,68 | 1,01 | 0,17 |
| 39 | 0,71 | -1,03 | -0,17 | 0,71 | 1,03 | 0,17 |
| 40 | 0,73 | -1,06 | -0,17 | 0,73 | 1,06 | 0,17 |
| 41 | 0,75 | -1,08 | -0,17 | 0,75 | 1,08 | 0,17 |
| 42 | 0,78 | -1,11 | -0,17 | 0,78 | 1,11 | 0,17 |
| 43 | 0,80 | -1,13 | -0,17 | 0,80 | 1,13 | 0,17 |
| 44 | 0,82 | -1,16 | -0,17 | 0,82 | 1,16 | 0,17 |
| 45 | 0,85 | -1,18 | -0,18 | 0,85 | 1,18 | 0,18 |
| 46 | 0,87 | -1,21 | -0,18 | 0,87 | 1,21 | 0,18 |
| 47 | 0,89 | -1,23 | -0,18 | 0,89 | 1,23 | 0,18 |
| 48 | 0,91 | -1,26 | -0,18 | 0,91 | 1,26 | 0,18 |
| 49 | 0,94 | -1,28 | -0,18 | 0,94 | 1,28 | 0,18 |
| 50 | 0,96 | -1,31 | -0,18 | 0,96 | 1,31 | 0,18 |

Tab. 20: Naměřená data s 5 % aditiv ihned po výrobě

| Ihned po výrobě 5 % Aditiva 20,4°C 21% H | | | | Ihned po výrobě 5 % Aditiva 20,4°C 21% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -1,35 | -0,60 | 0,57 | 1,35 | 0,60 | 0,57 |
| 2 | -1,54 | -0,56 | -0,48 | 1,54 | 0,56 | 0,48 |
| 3 | -1,39 | -0,58 | -0,55 | 1,39 | 0,58 | 0,55 |
| 4 | -1,28 | -0,43 | -0,30 | 1,28 | 0,43 | 0,30 |
| 5 | -1,30 | -0,42 | -0,86 | 1,30 | 0,42 | 0,86 |
| 6 | -1,26 | -0,37 | -1,13 | 1,26 | 0,37 | 1,13 |
| 7 | -1,23 | -0,32 | -1,40 | 1,23 | 0,32 | 1,40 |
| 8 | -1,19 | -0,27 | -1,66 | 1,19 | 0,27 | 1,66 |
| 9 | -1,16 | -0,22 | -1,93 | 1,16 | 0,22 | 1,93 |
| 10 | -1,12 | -0,18 | -2,20 | 1,12 | 0,18 | 2,20 |
| 11 | -1,08 | -0,13 | -2,47 | 1,08 | 0,13 | 2,47 |
| 12 | -1,05 | -0,08 | -2,74 | 1,05 | 0,08 | 2,74 |
| 13 | -1,01 | -0,03 | -3,00 | 1,01 | 0,03 | 3,00 |
| 14 | -0,98 | 0,02 | -3,27 | 0,98 | 0,02 | 3,27 |
| 15 | -0,94 | 0,07 | -3,54 | 0,94 | 0,07 | 3,54 |
| 16 | -0,90 | 0,12 | -3,81 | 0,90 | 0,12 | 3,81 |
| 17 | -0,87 | 0,17 | -4,08 | 0,87 | 0,17 | 4,08 |
| 18 | -0,83 | 0,22 | -4,34 | 0,83 | 0,22 | 4,34 |
| 19 | -0,80 | 0,27 | -4,61 | 0,80 | 0,27 | 4,61 |
| 20 | -0,76 | 0,32 | -4,88 | 0,76 | 0,32 | 4,88 |
| 21 | -0,72 | 0,36 | -5,15 | 0,72 | 0,36 | 5,15 |
| 22 | -0,69 | 0,41 | -5,42 | 0,69 | 0,41 | 5,42 |
| 23 | -0,65 | 0,46 | -5,68 | 0,65 | 0,46 | 5,68 |
| 24 | -0,62 | 0,51 | -5,95 | 0,62 | 0,51 | 5,95 |
| 25 | -0,58 | 0,56 | -6,22 | 0,58 | 0,56 | 6,22 |
| 26 | -0,54 | 0,61 | -6,49 | 0,54 | 0,61 | 6,49 |
| 27 | -0,51 | 0,66 | -6,76 | 0,51 | 0,66 | 6,76 |
| 28 | -0,47 | 0,71 | -7,02 | 0,47 | 0,71 | 7,02 |
| 29 | -0,44 | 0,76 | -7,29 | 0,44 | 0,76 | 7,29 |
| 30 | -0,40 | 0,81 | -7,56 | 0,40 | 0,81 | 7,56 |
| 31 | -0,36 | 0,85 | -7,83 | 0,36 | 0,85 | 7,83 |
| 32 | -0,33 | 0,90 | -8,10 | 0,33 | 0,90 | 8,10 |
| 33 | -0,29 | 0,95 | -8,36 | 0,29 | 0,95 | 8,36 |
| 34 | -0,26 | 1,00 | -8,63 | 0,26 | 1,00 | 8,63 |
| 35 | -0,22 | 1,05 | -8,90 | 0,22 | 1,05 | 8,90 |
| 36 | -0,18 | 1,10 | -9,17 | 0,18 | 1,10 | 9,17 |
| 37 | -0,15 | 1,15 | -9,44 | 0,15 | 1,15 | 9,44 |
| 38 | -0,11 | 1,20 | -9,70 | 0,11 | 1,20 | 9,70 |
| 39 | -0,08 | 1,25 | -9,97 | 0,08 | 1,25 | 9,97 |
| 40 | -0,04 | 1,30 | -10,24 | 0,04 | 1,30 | 10,24 |
| 41 | 0,00 | 1,34 | -10,51 | 0,00 | 1,34 | 10,51 |
| 42 | 0,03 | 1,39 | -10,78 | 0,03 | 1,39 | 10,78 |
| 43 | 0,07 | 1,44 | -11,04 | 0,07 | 1,44 | 11,04 |
| 44 | 0,10 | 1,49 | -11,31 | 0,10 | 1,49 | 11,31 |
| 45 | 0,14 | 1,54 | -11,58 | 0,14 | 1,54 | 11,58 |
| 46 | 0,18 | 1,59 | -11,85 | 0,18 | 1,59 | 11,85 |
| 47 | 0,21 | 1,64 | -12,12 | 0,21 | 1,64 | 12,12 |
| 48 | 0,25 | 1,69 | -12,38 | 0,25 | 1,69 | 12,38 |
| 49 | 0,28 | 1,74 | -12,65 | 0,28 | 1,74 | 12,65 |
| 50 | 0,32 | 1,79 | -12,92 | 0,32 | 1,79 | 12,92 |

Tab. 21: Naměřená data s 5 % aditiv po 12 h.

| Po 12 hodinách 5% 20,6°C 22,1% H | | | | Po 12 hodinách 5% 20,6°C 22,1% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,45 | -0,20 | -0,83 | 0,45 | 0,20 | 0,83 |
| 2 | -0,70 | -0,73 | -0,05 | 0,70 | 0,73 | 0,05 |
| 3 | -0,03 | -0,18 | -0,12 | 0,03 | 0,18 | 0,12 |
| 4 | -0,36 | -0,41 | 0,48 | 0,36 | 0,41 | 0,48 |
| 5 | -0,15 | -0,40 | 0,84 | 0,15 | 0,40 | 0,84 |
| 6 | -0,06 | -0,41 | 1,22 | 0,06 | 0,41 | 1,22 |
| 7 | 0,04 | -0,42 | 1,61 | 0,04 | 0,42 | 1,61 |
| 8 | 0,13 | -0,42 | 1,99 | 0,13 | 0,42 | 1,99 |
| 9 | 0,23 | -0,43 | 2,38 | 0,23 | 0,43 | 2,38 |
| 10 | 0,32 | -0,44 | 2,77 | 0,32 | 0,44 | 2,77 |
| 11 | 0,41 | -0,45 | 3,15 | 0,41 | 0,45 | 3,15 |
| 12 | 0,51 | -0,46 | 3,54 | 0,51 | 0,46 | 3,54 |
| 13 | 0,60 | -0,46 | 3,92 | 0,60 | 0,46 | 3,92 |
| 14 | 0,70 | -0,47 | 4,31 | 0,70 | 0,47 | 4,31 |
| 15 | 0,79 | -0,48 | 4,70 | 0,79 | 0,48 | 4,70 |
| 16 | 0,88 | -0,49 | 5,08 | 0,88 | 0,49 | 5,08 |
| 17 | 0,98 | -0,50 | 5,47 | 0,98 | 0,50 | 5,47 |
| 18 | 1,07 | -0,50 | 5,85 | 1,07 | 0,50 | 5,85 |
| 19 | 1,17 | -0,51 | 6,24 | 1,17 | 0,51 | 6,24 |
| 20 | 1,26 | -0,52 | 6,63 | 1,26 | 0,52 | 6,63 |
| 21 | 1,35 | -0,53 | 7,01 | 1,35 | 0,53 | 7,01 |
| 22 | 1,45 | -0,54 | 7,40 | 1,45 | 0,54 | 7,40 |
| 23 | 1,54 | -0,54 | 7,78 | 1,54 | 0,54 | 7,78 |
| 24 | 1,64 | -0,55 | 8,17 | 1,64 | 0,55 | 8,17 |
| 25 | 1,73 | -0,56 | 8,56 | 1,73 | 0,56 | 8,56 |
| 26 | 1,82 | -0,57 | 8,94 | 1,82 | 0,57 | 8,94 |
| 27 | 1,92 | -0,58 | 9,33 | 1,92 | 0,58 | 9,33 |
| 28 | 2,01 | -0,58 | 9,71 | 2,01 | 0,58 | 9,71 |
| 29 | 2,11 | -0,59 | 10,10 | 2,11 | 0,59 | 10,10 |
| 30 | 2,20 | -0,60 | 10,49 | 2,20 | 0,60 | 10,49 |
| 31 | 2,29 | -0,61 | 10,87 | 2,29 | 0,61 | 10,87 |
| 32 | 2,39 | -0,62 | 11,26 | 2,39 | 0,62 | 11,26 |
| 33 | 2,48 | -0,62 | 11,64 | 2,48 | 0,62 | 11,64 |
| 34 | 2,58 | -0,63 | 12,03 | 2,58 | 0,63 | 12,03 |
| 35 | 2,67 | -0,64 | 12,42 | 2,67 | 0,64 | 12,42 |
| 36 | 2,76 | -0,65 | 12,80 | 2,76 | 0,65 | 12,80 |
| 37 | 2,86 | -0,66 | 13,19 | 2,86 | 0,66 | 13,19 |
| 38 | 2,95 | -0,66 | 13,57 | 2,95 | 0,66 | 13,57 |
| 39 | 3,05 | -0,67 | 13,96 | 3,05 | 0,67 | 13,96 |
| 40 | 3,14 | -0,68 | 14,35 | 3,14 | 0,68 | 14,35 |
| 41 | 3,23 | -0,69 | 14,73 | 3,23 | 0,69 | 14,73 |
| 42 | 3,33 | -0,70 | 15,12 | 3,33 | 0,70 | 15,12 |
| 43 | 3,42 | -0,70 | 15,50 | 3,42 | 0,70 | 15,50 |
| 44 | 3,52 | -0,71 | 15,89 | 3,52 | 0,71 | 15,89 |
| 45 | 3,61 | -0,72 | 16,28 | 3,61 | 0,72 | 16,28 |
| 46 | 3,70 | -0,73 | 16,66 | 3,70 | 0,73 | 16,66 |
| 47 | 3,80 | -0,74 | 17,05 | 3,80 | 0,74 | 17,05 |
| 48 | 3,89 | -0,74 | 17,43 | 3,89 | 0,74 | 17,43 |
| 49 | 3,99 | -0,75 | 17,82 | 3,99 | 0,75 | 17,82 |
| 50 | 4,08 | -0,76 | 18,21 | 4,08 | 0,76 | 18,21 |

Tab. 22: Naměřená data s 5 % aditiv po 24 h.

| po 24 hodinách 5% Aditiva 20,1°C 20,3% H | | | | po 24 hodinách 5% Aditiva 20,1°C 20,3% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,15 | -0,16 | -0,30 | 0,15 | 0,16 | 0,30 |
| 2 | -0,14 | -0,38 | -0,07 | 0,14 | 0,38 | 0,07 |
| 3 | -0,06 | -0,10 | -0,16 | 0,06 | 0,10 | 0,16 |
| 4 | -0,10 | -0,23 | -0,27 | 0,10 | 0,23 | 0,27 |
| 5 | -0,06 | -0,20 | -0,20 | 0,06 | 0,20 | 0,20 |
| 6 | -0,03 | -0,19 | -0,20 | 0,03 | 0,19 | 0,20 |
| 7 | -0,01 | -0,19 | -0,20 | 0,01 | 0,19 | 0,20 |
| 8 | 0,01 | -0,18 | -0,20 | 0,01 | 0,18 | 0,20 |
| 9 | 0,04 | -0,17 | -0,20 | 0,04 | 0,17 | 0,20 |
| 10 | 0,06 | -0,17 | -0,20 | 0,06 | 0,17 | 0,20 |
| 11 | 0,08 | -0,16 | -0,20 | 0,08 | 0,16 | 0,20 |
| 12 | 0,11 | -0,15 | -0,20 | 0,11 | 0,15 | 0,20 |
| 13 | 0,13 | -0,14 | -0,20 | 0,13 | 0,14 | 0,20 |
| 14 | 0,15 | -0,14 | -0,20 | 0,15 | 0,14 | 0,20 |
| 15 | 0,18 | -0,13 | -0,20 | 0,18 | 0,13 | 0,20 |
| 16 | 0,20 | -0,12 | -0,20 | 0,20 | 0,12 | 0,20 |
| 17 | 0,22 | -0,12 | -0,20 | 0,22 | 0,12 | 0,20 |
| 18 | 0,24 | -0,11 | -0,20 | 0,24 | 0,11 | 0,20 |
| 19 | 0,27 | -0,10 | -0,20 | 0,27 | 0,10 | 0,20 |
| 20 | 0,29 | -0,10 | -0,20 | 0,29 | 0,10 | 0,20 |
| 21 | 0,31 | -0,09 | -0,20 | 0,31 | 0,09 | 0,20 |
| 22 | 0,34 | -0,08 | -0,20 | 0,34 | 0,08 | 0,20 |
| 23 | 0,36 | -0,07 | -0,20 | 0,36 | 0,07 | 0,20 |
| 24 | 0,38 | -0,07 | -0,20 | 0,38 | 0,07 | 0,20 |
| 25 | 0,41 | -0,06 | -0,20 | 0,41 | 0,06 | 0,20 |
| 26 | 0,43 | -0,05 | -0,20 | 0,43 | 0,05 | 0,20 |
| 27 | 0,45 | -0,05 | -0,20 | 0,45 | 0,05 | 0,20 |
| 28 | 0,47 | -0,04 | -0,20 | 0,47 | 0,04 | 0,20 |
| 29 | 0,50 | -0,03 | -0,20 | 0,50 | 0,03 | 0,20 |
| 30 | 0,52 | -0,03 | -0,20 | 0,52 | 0,03 | 0,20 |
| 31 | 0,54 | -0,02 | -0,20 | 0,54 | 0,02 | 0,20 |
| 32 | 0,57 | -0,01 | -0,20 | 0,57 | 0,01 | 0,20 |
| 33 | 0,59 | 0,00 | -0,20 | 0,59 | 0,00 | 0,20 |
| 34 | 0,61 | 0,00 | -0,20 | 0,61 | 0,00 | 0,20 |
| 35 | 0,64 | 0,01 | -0,20 | 0,64 | 0,01 | 0,20 |
| 36 | 0,66 | 0,02 | -0,20 | 0,66 | 0,02 | 0,20 |
| 37 | 0,68 | 0,02 | -0,20 | 0,68 | 0,02 | 0,20 |
| 38 | 0,70 | 0,03 | -0,20 | 0,70 | 0,03 | 0,20 |
| 39 | 0,73 | 0,04 | -0,20 | 0,73 | 0,04 | 0,20 |
| 40 | 0,75 | 0,05 | -0,20 | 0,75 | 0,05 | 0,20 |
| 41 | 0,77 | 0,05 | -0,20 | 0,77 | 0,05 | 0,20 |
| 42 | 0,80 | 0,06 | -0,20 | 0,80 | 0,06 | 0,20 |
| 43 | 0,82 | 0,07 | -0,20 | 0,82 | 0,07 | 0,20 |
| 44 | 0,84 | 0,07 | -0,20 | 0,84 | 0,07 | 0,20 |
| 45 | 0,87 | 0,08 | -0,20 | 0,87 | 0,08 | 0,20 |
| 46 | 0,89 | 0,09 | -0,20 | 0,89 | 0,09 | 0,20 |
| 47 | 0,91 | 0,09 | -0,20 | 0,91 | 0,09 | 0,20 |
| 48 | 0,93 | 0,10 | -0,20 | 0,93 | 0,10 | 0,20 |
| 49 | 0,96 | 0,11 | -0,20 | 0,96 | 0,11 | 0,20 |
| 50 | 0,98 | 0,12 | -0,20 | 0,98 | 0,12 | 0,20 |

Tab. 23: Naměřená data s 5 % aditiv po 36 h.

| Po 36 hodinách 5% Aditiva 20,5°C 20,3% H | | | | Po 36 hodinách 5% Aditiva 20,5°C 20,3% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,19 | -0,29 | -0,37 | 0,19 | 0,29 | 0,37 |
| 2 | -0,03 | -0,06 | 0,00 | 0,03 | 0,06 | 0,00 |
| 3 | -0,06 | -0,11 | -0,08 | 0,06 | 0,11 | 0,08 |
| 4 | -0,06 | -0,07 | -0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,07 |
| 5 | 0,00 | 0,02 | 0,08 | 0,00 | 0,02 | 0,08 |
| 6 | 0,04 | 0,08 | 0,16 | 0,04 | 0,08 | 0,16 |
| 7 | 0,08 | 0,14 | 0,24 | 0,08 | 0,14 | 0,24 |
| 8 | 0,11 | 0,20 | 0,32 | 0,11 | 0,20 | 0,32 |
| 9 | 0,15 | 0,26 | 0,40 | 0,15 | 0,26 | 0,40 |
| 10 | 0,19 | 0,33 | 0,49 | 0,19 | 0,33 | 0,49 |
| 11 | 0,22 | 0,39 | 0,57 | 0,22 | 0,39 | 0,57 |
| 12 | 0,26 | 0,45 | 0,65 | 0,26 | 0,45 | 0,65 |
| 13 | 0,29 | 0,51 | 0,73 | 0,29 | 0,51 | 0,73 |
| 14 | 0,33 | 0,57 | 0,81 | 0,33 | 0,57 | 0,81 |
| 15 | 0,37 | 0,63 | 0,90 | 0,37 | 0,63 | 0,90 |
| 16 | 0,40 | 0,69 | 0,98 | 0,40 | 0,69 | 0,98 |
| 17 | 0,44 | 0,75 | 1,06 | 0,44 | 0,75 | 1,06 |
| 18 | 0,47 | 0,81 | 1,14 | 0,47 | 0,81 | 1,14 |
| 19 | 0,51 | 0,87 | 1,22 | 0,51 | 0,87 | 1,22 |
| 20 | 0,55 | 0,94 | 1,31 | 0,55 | 0,94 | 1,31 |
| 21 | 0,58 | 1,00 | 1,39 | 0,58 | 1,00 | 1,39 |
| 22 | 0,62 | 1,06 | 1,47 | 0,62 | 1,06 | 1,47 |
| 23 | 0,65 | 1,12 | 1,55 | 0,65 | 1,12 | 1,55 |
| 24 | 0,69 | 1,18 | 1,63 | 0,69 | 1,18 | 1,63 |
| 25 | 0,73 | 1,24 | 1,72 | 0,73 | 1,24 | 1,72 |
| 26 | 0,76 | 1,30 | 1,80 | 0,76 | 1,30 | 1,80 |
| 27 | 0,80 | 1,36 | 1,88 | 0,80 | 1,36 | 1,88 |
| 28 | 0,83 | 1,42 | 1,96 | 0,83 | 1,42 | 1,96 |
| 29 | 0,87 | 1,48 | 2,04 | 0,87 | 1,48 | 2,04 |
| 30 | 0,91 | 1,55 | 2,13 | 0,91 | 1,55 | 2,13 |
| 31 | 0,94 | 1,61 | 2,21 | 0,94 | 1,61 | 2,21 |
| 32 | 0,98 | 1,67 | 2,29 | 0,98 | 1,67 | 2,29 |
| 33 | 1,01 | 1,73 | 2,37 | 1,01 | 1,73 | 2,37 |
| 34 | 1,05 | 1,79 | 2,45 | 1,05 | 1,79 | 2,45 |
| 35 | 1,09 | 1,85 | 2,54 | 1,09 | 1,85 | 2,54 |
| 36 | 1,12 | 1,91 | 2,62 | 1,12 | 1,91 | 2,62 |
| 37 | 1,16 | 1,97 | 2,70 | 1,16 | 1,97 | 2,70 |
| 38 | 1,19 | 2,03 | 2,78 | 1,19 | 2,03 | 2,78 |
| 39 | 1,23 | 2,09 | 2,86 | 1,23 | 2,09 | 2,86 |
| 40 | 1,27 | 2,16 | 2,95 | 1,27 | 2,16 | 2,95 |
| 41 | 1,30 | 2,22 | 3,03 | 1,30 | 2,22 | 3,03 |
| 42 | 1,34 | 2,28 | 3,11 | 1,34 | 2,28 | 3,11 |
| 43 | 1,37 | 2,34 | 3,19 | 1,37 | 2,34 | 3,19 |
| 44 | 1,41 | 2,40 | 3,27 | 1,41 | 2,40 | 3,27 |
| 45 | 1,45 | 2,46 | 3,36 | 1,45 | 2,46 | 3,36 |
| 46 | 1,48 | 2,52 | 3,44 | 1,48 | 2,52 | 3,44 |
| 47 | 1,52 | 2,58 | 3,52 | 1,52 | 2,58 | 3,52 |
| 48 | 1,55 | 2,64 | 3,60 | 1,55 | 2,64 | 3,60 |
| 49 | 1,59 | 2,70 | 3,68 | 1,59 | 2,70 | 3,68 |
| 50 | 1,63 | 2,77 | 3,77 | 1,63 | 2,77 | 3,77 |

Tab. 24: Naměřená data s 5 % aditiv po 48 h.

| Po 48 hodinách 5% Aditiva 20,2°C 20,6% H | | | | Po 48 hodinách 5% Aditiva 20,2°C 20,6% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,05 | -0,15 | -0,13 | 0,05 | 0,15 | 0,13 |
| 2 | -0,04 | -0,05 | 0,00 | 0,04 | 0,05 | 0,00 |
| 3 | -0,07 | -0,14 | -0,13 | 0,07 | 0,14 | 0,13 |
| 4 | -0,08 | -0,08 | -0,01 | 0,08 | 0,08 | 0,01 |
| 5 | -0,09 | -0,08 | -0,01 | 0,09 | 0,08 | 0,01 |
| 6 | -0,10 | -0,06 | 0,01 | 0,10 | 0,06 | 0,01 |
| 7 | -0,11 | -0,05 | 0,04 | 0,11 | 0,05 | 0,04 |
| 8 | -0,13 | -0,04 | 0,06 | 0,13 | 0,04 | 0,06 |
| 9 | -0,14 | -0,03 | 0,08 | 0,14 | 0,03 | 0,08 |
| 10 | -0,15 | -0,02 | 0,11 | 0,15 | 0,02 | 0,11 |
| 11 | -0,16 | 0,00 | 0,13 | 0,16 | 0,00 | 0,13 |
| 12 | -0,17 | 0,01 | 0,15 | 0,17 | 0,01 | 0,15 |
| 13 | -0,19 | 0,02 | 0,17 | 0,19 | 0,02 | 0,17 |
| 14 | -0,20 | 0,03 | 0,20 | 0,20 | 0,03 | 0,20 |
| 15 | -0,21 | 0,05 | 0,22 | 0,21 | 0,05 | 0,22 |
| 16 | -0,22 | 0,06 | 0,24 | 0,22 | 0,06 | 0,24 |
| 17 | -0,23 | 0,07 | 0,27 | 0,23 | 0,07 | 0,27 |
| 18 | -0,25 | 0,08 | 0,29 | 0,25 | 0,08 | 0,29 |
| 19 | -0,26 | 0,09 | 0,31 | 0,26 | 0,09 | 0,31 |
| 20 | -0,27 | 0,11 | 0,34 | 0,27 | 0,11 | 0,34 |
| 21 | -0,28 | 0,12 | 0,36 | 0,28 | 0,12 | 0,36 |
| 22 | -0,29 | 0,13 | 0,38 | 0,29 | 0,13 | 0,38 |
| 23 | -0,31 | 0,14 | 0,40 | 0,31 | 0,14 | 0,40 |
| 24 | -0,32 | 0,15 | 0,43 | 0,32 | 0,15 | 0,43 |
| 25 | -0,33 | 0,17 | 0,45 | 0,33 | 0,17 | 0,45 |
| 26 | -0,34 | 0,18 | 0,47 | 0,34 | 0,18 | 0,47 |
| 27 | -0,35 | 0,19 | 0,50 | 0,35 | 0,19 | 0,50 |
| 28 | -0,37 | 0,20 | 0,52 | 0,37 | 0,20 | 0,52 |
| 29 | -0,38 | 0,21 | 0,54 | 0,38 | 0,21 | 0,54 |
| 30 | -0,39 | 0,23 | 0,57 | 0,39 | 0,23 | 0,57 |
| 31 | -0,40 | 0,24 | 0,59 | 0,40 | 0,24 | 0,59 |
| 32 | -0,41 | 0,25 | 0,61 | 0,41 | 0,25 | 0,61 |
| 33 | -0,43 | 0,26 | 0,63 | 0,43 | 0,26 | 0,63 |
| 34 | -0,44 | 0,27 | 0,66 | 0,44 | 0,27 | 0,66 |
| 35 | -0,45 | 0,29 | 0,68 | 0,45 | 0,29 | 0,68 |
| 36 | -0,46 | 0,30 | 0,70 | 0,46 | 0,30 | 0,70 |
| 37 | -0,47 | 0,31 | 0,73 | 0,47 | 0,31 | 0,73 |
| 38 | -0,49 | 0,32 | 0,75 | 0,49 | 0,32 | 0,75 |
| 39 | -0,50 | 0,33 | 0,77 | 0,50 | 0,33 | 0,77 |
| 40 | -0,51 | 0,35 | 0,80 | 0,51 | 0,35 | 0,80 |
| 41 | -0,52 | 0,36 | 0,82 | 0,52 | 0,36 | 0,82 |
| 42 | -0,53 | 0,37 | 0,84 | 0,53 | 0,37 | 0,84 |
| 43 | -0,55 | 0,38 | 0,86 | 0,55 | 0,38 | 0,86 |
| 44 | -0,56 | 0,39 | 0,89 | 0,56 | 0,39 | 0,89 |
| 45 | -0,57 | 0,41 | 0,91 | 0,57 | 0,41 | 0,91 |
| 46 | -0,58 | 0,42 | 0,93 | 0,58 | 0,42 | 0,93 |
| 47 | -0,59 | 0,43 | 0,96 | 0,59 | 0,43 | 0,96 |
| 48 | -0,61 | 0,44 | 0,98 | 0,61 | 0,44 | 0,98 |
| 49 | -0,62 | 0,45 | 1,00 | 0,62 | 0,45 | 1,00 |
| 50 | -0,63 | 0,47 | 1,03 | 0,63 | 0,47 | 1,03 |

Tab. 25: Naměřená data s 5 % aditiv po 72h.

| Po 72 hodinách 5% Aditiva 20,2°C 20,6% H | | | | Po 72 hodinách 5% Aditiva 20,2°C 20,6% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,07 | -0,15 | -0,16 | 0,07 | 0,15 | 0,16 |
| 2 | -0,04 | -0,05 | 0,00 | 0,04 | 0,05 | 0,00 |
| 3 | -0,08 | -0,12 | -0,15 | 0,08 | 0,12 | 0,15 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | -0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| 6 | 0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,01 | 0,05 | 0,04 |
| 7 | 0,03 | 0,09 | 0,07 | 0,03 | 0,09 | 0,07 |
| 8 | 0,05 | 0,13 | 0,10 | 0,05 | 0,13 | 0,10 |
| 9 | 0,06 | 0,17 | 0,14 | 0,06 | 0,17 | 0,14 |
| 10 | 0,08 | 0,21 | 0,17 | 0,08 | 0,21 | 0,17 |
| 11 | 0,10 | 0,24 | 0,20 | 0,10 | 0,24 | 0,20 |
| 12 | 0,11 | 0,28 | 0,24 | 0,11 | 0,28 | 0,24 |
| 13 | 0,13 | 0,32 | 0,27 | 0,13 | 0,32 | 0,27 |
| 14 | 0,15 | 0,36 | 0,30 | 0,15 | 0,36 | 0,30 |
| 15 | 0,17 | 0,40 | 0,34 | 0,17 | 0,40 | 0,34 |
| 16 | 0,18 | 0,43 | 0,37 | 0,18 | 0,43 | 0,37 |
| 17 | 0,20 | 0,47 | 0,40 | 0,20 | 0,47 | 0,40 |
| 18 | 0,22 | 0,51 | 0,43 | 0,22 | 0,51 | 0,43 |
| 19 | 0,23 | 0,55 | 0,47 | 0,23 | 0,55 | 0,47 |
| 20 | 0,25 | 0,59 | 0,50 | 0,25 | 0,59 | 0,50 |
| 21 | 0,27 | 0,62 | 0,53 | 0,27 | 0,62 | 0,53 |
| 22 | 0,28 | 0,66 | 0,57 | 0,28 | 0,66 | 0,57 |
| 23 | 0,30 | 0,70 | 0,60 | 0,30 | 0,70 | 0,60 |
| 24 | 0,32 | 0,74 | 0,63 | 0,32 | 0,74 | 0,63 |
| 25 | 0,34 | 0,78 | 0,67 | 0,34 | 0,78 | 0,67 |
| 26 | 0,35 | 0,81 | 0,70 | 0,35 | 0,81 | 0,70 |
| 27 | 0,37 | 0,85 | 0,73 | 0,37 | 0,85 | 0,73 |
| 28 | 0,39 | 0,89 | 0,76 | 0,39 | 0,89 | 0,76 |
| 29 | 0,40 | 0,93 | 0,80 | 0,40 | 0,93 | 0,80 |
| 30 | 0,42 | 0,97 | 0,83 | 0,42 | 0,97 | 0,83 |
| 31 | 0,44 | 1,00 | 0,86 | 0,44 | 1,00 | 0,86 |
| 32 | 0,45 | 1,04 | 0,90 | 0,45 | 1,04 | 0,90 |
| 33 | 0,47 | 1,08 | 0,93 | 0,47 | 1,08 | 0,93 |
| 34 | 0,49 | 1,12 | 0,96 | 0,49 | 1,12 | 0,96 |
| 35 | 0,51 | 1,16 | 1,00 | 0,51 | 1,16 | 1,00 |
| 36 | 0,52 | 1,19 | 1,03 | 0,52 | 1,19 | 1,03 |
| 37 | 0,54 | 1,23 | 1,06 | 0,54 | 1,23 | 1,06 |
| 38 | 0,56 | 1,27 | 1,09 | 0,56 | 1,27 | 1,09 |
| 39 | 0,57 | 1,31 | 1,13 | 0,57 | 1,31 | 1,13 |
| 40 | 0,59 | 1,35 | 1,16 | 0,59 | 1,35 | 1,16 |
| 41 | 0,61 | 1,38 | 1,19 | 0,61 | 1,38 | 1,19 |
| 42 | 0,62 | 1,42 | 1,23 | 0,62 | 1,42 | 1,23 |
| 43 | 0,64 | 1,46 | 1,26 | 0,64 | 1,46 | 1,26 |
| 44 | 0,66 | 1,50 | 1,29 | 0,66 | 1,50 | 1,29 |
| 45 | 0,68 | 1,54 | 1,33 | 0,68 | 1,54 | 1,33 |
| 46 | 0,69 | 1,57 | 1,36 | 0,69 | 1,57 | 1,36 |
| 47 | 0,71 | 1,61 | 1,39 | 0,71 | 1,61 | 1,39 |
| 48 | 0,73 | 1,65 | 1,42 | 0,73 | 1,65 | 1,42 |
| 49 | 0,74 | 1,69 | 1,46 | 0,74 | 1,69 | 1,46 |
| 50 | 0,76 | 1,73 | 1,49 | 0,76 | 1,73 | 1,49 |

Tab. 26: Naměřená data s 5 % aditiv po 108 h.

| Po 108 hodinách 5% Aditiva 20,1°C 20,7% H | | | | Po 108 hodinách 5% Aditiva 20,1°C 20,7% H | | |
|--|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,02 | -0,03 | -0,06 | 0,02 | 0,03 | 0,06 |
| 2 | -0,04 | -0,06 | 0,00 | 0,04 | 0,06 | 0,00 |
| 3 | -0,09 | -0,07 | -0,04 | 0,09 | 0,07 | 0,04 |
| 4 | -0,02 | -0,02 | -0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 5 | -0,06 | -0,04 | -0,01 | 0,06 | 0,04 | 0,01 |
| 6 | -0,06 | -0,04 | 0,00 | 0,06 | 0,04 | 0,00 |
| 7 | -0,07 | -0,04 | 0,01 | 0,07 | 0,04 | 0,01 |
| 8 | -0,07 | -0,03 | 0,01 | 0,07 | 0,03 | 0,01 |
| 9 | -0,08 | -0,03 | 0,02 | 0,08 | 0,03 | 0,02 |
| 10 | -0,08 | -0,03 | 0,03 | 0,08 | 0,03 | 0,03 |
| 11 | -0,09 | -0,03 | 0,04 | 0,09 | 0,03 | 0,04 |
| 12 | -0,09 | -0,03 | 0,05 | 0,09 | 0,03 | 0,05 |
| 13 | -0,10 | -0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,02 | 0,05 |
| 14 | -0,10 | -0,02 | 0,06 | 0,10 | 0,02 | 0,06 |
| 15 | -0,11 | -0,02 | 0,07 | 0,11 | 0,02 | 0,07 |
| 16 | -0,11 | -0,02 | 0,08 | 0,11 | 0,02 | 0,08 |
| 17 | -0,12 | -0,02 | 0,09 | 0,12 | 0,02 | 0,09 |
| 18 | -0,12 | -0,01 | 0,09 | 0,12 | 0,01 | 0,09 |
| 19 | -0,13 | -0,01 | 0,10 | 0,13 | 0,01 | 0,10 |
| 20 | -0,13 | -0,01 | 0,11 | 0,13 | 0,01 | 0,11 |
| 21 | -0,14 | -0,01 | 0,12 | 0,14 | 0,01 | 0,12 |
| 22 | -0,14 | -0,01 | 0,13 | 0,14 | 0,01 | 0,13 |
| 23 | -0,15 | 0,00 | 0,13 | 0,15 | 0,00 | 0,13 |
| 24 | -0,15 | 0,00 | 0,14 | 0,15 | 0,00 | 0,14 |
| 25 | -0,16 | 0,00 | 0,15 | 0,16 | 0,00 | 0,15 |
| 26 | -0,16 | 0,00 | 0,16 | 0,16 | 0,00 | 0,16 |
| 27 | -0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,17 |
| 28 | -0,17 | 0,01 | 0,17 | 0,17 | 0,01 | 0,17 |
| 29 | -0,18 | 0,01 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,18 |
| 30 | -0,18 | 0,01 | 0,19 | 0,18 | 0,01 | 0,19 |
| 31 | -0,19 | 0,01 | 0,20 | 0,19 | 0,01 | 0,20 |
| 32 | -0,19 | 0,01 | 0,21 | 0,19 | 0,01 | 0,21 |
| 33 | -0,20 | 0,02 | 0,21 | 0,20 | 0,02 | 0,21 |
| 34 | -0,20 | 0,02 | 0,22 | 0,20 | 0,02 | 0,22 |
| 35 | -0,21 | 0,02 | 0,23 | 0,21 | 0,02 | 0,23 |
| 36 | -0,21 | 0,02 | 0,24 | 0,21 | 0,02 | 0,24 |
| 37 | -0,22 | 0,02 | 0,25 | 0,22 | 0,02 | 0,25 |
| 38 | -0,22 | 0,03 | 0,25 | 0,22 | 0,03 | 0,25 |
| 39 | -0,23 | 0,03 | 0,26 | 0,23 | 0,03 | 0,26 |
| 40 | -0,23 | 0,03 | 0,27 | 0,23 | 0,03 | 0,27 |
| 41 | -0,24 | 0,03 | 0,28 | 0,24 | 0,03 | 0,28 |
| 42 | -0,24 | 0,03 | 0,29 | 0,24 | 0,03 | 0,29 |
| 43 | -0,25 | 0,04 | 0,29 | 0,25 | 0,04 | 0,29 |
| 44 | -0,25 | 0,04 | 0,30 | 0,25 | 0,04 | 0,30 |
| 45 | -0,26 | 0,04 | 0,31 | 0,26 | 0,04 | 0,31 |
| 46 | -0,26 | 0,04 | 0,32 | 0,26 | 0,04 | 0,32 |
| 47 | -0,27 | 0,04 | 0,33 | 0,27 | 0,04 | 0,33 |
| 48 | -0,27 | 0,05 | 0,33 | 0,27 | 0,05 | 0,33 |
| 49 | -0,28 | 0,05 | 0,34 | 0,28 | 0,05 | 0,34 |
| 50 | -0,28 | 0,05 | 0,35 | 0,28 | 0,05 | 0,35 |

Tab. 27: Naměřená data se 7 % aditiv po výrobě.

| Ihned po výrobě 7 % Aditiva 20,2°C 21% H | | | | Ihned po výrobě 7 % Aditiva 20,2°C 21% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -1,15 | -0,56 | -0,21 | 1,15 | 0,56 | 0,21 |
| 2 | -0,76 | 0,13 | 0,07 | 0,76 | 0,13 | 0,07 |
| 3 | -0,32 | -0,36 | -0,07 | 0,32 | 0,36 | 0,07 |
| 4 | -0,60 | -0,14 | 0,80 | 0,60 | 0,14 | 0,80 |
| 5 | -0,35 | -0,19 | -0,04 | 0,35 | 0,19 | 0,04 |
| 6 | -0,20 | 0,05 | -0,07 | 0,20 | 0,05 | 0,07 |
| 7 | -0,68 | -0,46 | -0,42 | 0,68 | 0,46 | 0,42 |
| 8 | -0,20 | -0,07 | -0,12 | 0,20 | 0,07 | 0,12 |
| 9 | -0,98 | -0,30 | -0,45 | 0,98 | 0,30 | 0,45 |
| 10 | -0,71 | -0,09 | -0,30 | 0,71 | 0,09 | 0,30 |
| 11 | -0,20 | -0,19 | -0,07 | 0,20 | 0,19 | 0,07 |
| 12 | -0,31 | -0,22 | 0,09 | 0,31 | 0,22 | 0,09 |
| 13 | -1,25 | -0,39 | -0,36 | 1,25 | 0,39 | 0,36 |
| 14 | -1,19 | -0,32 | -0,30 | 1,19 | 0,32 | 0,30 |
| 15 | -1,33 | -0,38 | -0,33 | 1,33 | 0,38 | 0,33 |
| 16 | -1,07 | -0,51 | -0,35 | 1,07 | 0,51 | 0,35 |
| 17 | -1,09 | -0,43 | -0,53 | 1,09 | 0,43 | 0,53 |
| 18 | -1,21 | 0,03 | 0,16 | 1,21 | 0,03 | 0,16 |
| 19 | -1,31 | -0,17 | -0,48 | 1,31 | 0,17 | 0,48 |
| 20 | -0,86 | -0,22 | -0,28 | 0,86 | 0,22 | 0,28 |
| 21 | -1,03 | -0,52 | -0,18 | 1,03 | 0,52 | 0,18 |
| 22 | -0,62 | -0,35 | -0,06 | 0,62 | 0,35 | 0,06 |
| 23 | 0,35 | -0,34 | -0,21 | 0,35 | 0,34 | 0,21 |
| 24 | -1,26 | -0,21 | -0,12 | 1,26 | 0,21 | 0,12 |
| 25 | -0,96 | -0,60 | -0,02 | 0,96 | 0,60 | 0,02 |
| 26 | -0,52 | -0,16 | -0,15 | 0,52 | 0,16 | 0,15 |
| 27 | -0,98 | -0,31 | -0,02 | 0,98 | 0,31 | 0,02 |
| 28 | -0,18 | -0,05 | -0,06 | 0,18 | 0,05 | 0,06 |
| 29 | -1,21 | -0,41 | -0,38 | 1,21 | 0,41 | 0,38 |
| 30 | -0,85 | -0,32 | -0,40 | 0,85 | 0,32 | 0,40 |
| 31 | -1,03 | -0,15 | -0,02 | 1,03 | 0,15 | 0,02 |
| 32 | -1,11 | -0,42 | -0,01 | 1,11 | 0,42 | 0,01 |
| 33 | -1,18 | -0,49 | -0,24 | 1,18 | 0,49 | 0,24 |
| 34 | -0,65 | -0,09 | -0,31 | 0,65 | 0,09 | 0,31 |
| 35 | -0,51 | -0,28 | 0,08 | 0,51 | 0,28 | 0,08 |
| 36 | -0,20 | -0,41 | -0,02 | 0,20 | 0,41 | 0,02 |
| 37 | -0,57 | -0,37 | -0,21 | 0,57 | 0,37 | 0,21 |
| 38 | -1,00 | -0,24 | -0,12 | 1,00 | 0,24 | 0,12 |
| 39 | -0,65 | -0,59 | -0,18 | 0,65 | 0,59 | 0,18 |
| 40 | -0,98 | -0,31 | -0,21 | 0,98 | 0,31 | 0,21 |
| 41 | -0,35 | -0,23 | -0,31 | 0,35 | 0,23 | 0,31 |
| 42 | -1,02 | -0,33 | 0,09 | 1,02 | 0,33 | 0,09 |
| 43 | -0,95 | -0,06 | -0,11 | 0,95 | 0,06 | 0,11 |
| 44 | -0,30 | -0,28 | -0,31 | 0,30 | 0,28 | 0,31 |
| 45 | -0,69 | -0,45 | -0,18 | 0,69 | 0,45 | 0,18 |
| 46 | -0,67 | -0,24 | -0,14 | 0,67 | 0,24 | 0,14 |
| 47 | -1,25 | -0,29 | -0,34 | 1,25 | 0,29 | 0,34 |
| 48 | -1,42 | -0,34 | -0,12 | 1,42 | 0,34 | 0,12 |
| 49 | -1,00 | -0,54 | -0,15 | 1,00 | 0,54 | 0,15 |
| 50 | -0,28 | -0,68 | -0,36 | 0,28 | 0,68 | 0,36 |

Tab. 28: Naměřená data se 7 % aditiv po 12 h.

| Po 12 hodinách 7% Aditiva 20,5°C 21,9% H | | | | Po 12 hodinách 7% Aditiva 20,5°C 21,9% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,04 | -0,43 | -0,66 | 0,04 | 0,43 | 0,66 |
| 2 | -0,96 | -0,68 | -0,73 | 0,96 | 0,68 | 0,73 |
| 3 | -0,33 | -0,45 | -0,75 | 0,33 | 0,45 | 0,75 |
| 4 | -0,40 | -0,44 | -0,99 | 0,40 | 0,44 | 0,99 |
| 5 | -0,50 | -0,72 | -0,80 | 0,50 | 0,72 | 0,80 |
| 6 | -0,65 | -0,30 | -0,68 | 0,65 | 0,30 | 0,68 |
| 7 | -0,99 | -1,92 | -0,85 | 0,99 | 1,92 | 0,85 |
| 8 | -0,16 | -0,19 | -0,20 | 0,16 | 0,19 | 0,20 |
| 9 | -1,20 | -0,60 | -0,54 | 1,20 | 0,60 | 0,54 |
| 10 | -1,48 | -1,65 | -1,50 | 1,48 | 1,65 | 1,50 |
| 11 | -0,36 | -0,77 | -0,78 | 0,36 | 0,77 | 0,78 |
| 12 | -0,49 | -0,76 | -0,49 | 0,49 | 0,76 | 0,49 |
| 13 | -0,16 | -0,44 | -0,49 | 0,16 | 0,44 | 0,49 |
| 14 | -0,87 | -0,66 | -1,13 | 0,87 | 0,66 | 1,13 |
| 15 | -0,77 | -0,41 | -1,16 | 0,77 | 0,41 | 1,16 |
| 16 | -1,31 | -1,40 | -1,12 | 1,31 | 1,40 | 1,12 |
| 17 | -0,49 | -0,37 | -0,55 | 0,49 | 0,37 | 0,55 |
| 18 | -0,50 | -0,25 | -0,29 | 0,50 | 0,25 | 0,29 |
| 19 | -0,51 | -0,30 | -0,58 | 0,51 | 0,30 | 0,58 |
| 20 | -0,82 | -0,52 | -0,61 | 0,82 | 0,52 | 0,61 |
| 21 | -0,57 | -0,74 | -0,39 | 0,57 | 0,74 | 0,39 |
| 22 | -1,01 | -1,09 | -1,21 | 1,01 | 1,09 | 1,21 |
| 23 | -1,95 | -1,42 | -2,00 | 1,95 | 1,42 | 2,00 |
| 24 | -0,58 | -0,70 | -0,37 | 0,58 | 0,70 | 0,37 |
| 25 | -1,00 | -0,80 | -1,15 | 1,00 | 0,80 | 1,15 |
| 26 | -1,06 | -0,89 | -1,14 | 1,06 | 0,89 | 1,14 |
| 27 | -0,84 | -0,79 | -1,08 | 0,84 | 0,79 | 1,08 |
| 28 | -0,70 | -1,61 | -1,34 | 0,70 | 1,61 | 1,34 |
| 29 | 0,00 | 0,08 | 0,01 | 0,00 | 0,08 | 0,01 |
| 30 | -0,83 | -1,20 | -0,79 | 0,83 | 1,20 | 0,79 |
| 31 | -0,25 | -0,04 | -0,03 | 0,25 | 0,04 | 0,03 |
| 32 | -0,75 | -0,68 | -1,20 | 0,75 | 0,68 | 1,20 |
| 33 | -0,55 | -0,81 | -0,50 | 0,55 | 0,81 | 0,50 |
| 34 | -0,50 | -1,00 | -0,52 | 0,50 | 1,00 | 0,52 |
| 35 | -0,86 | -1,10 | -0,92 | 0,86 | 1,10 | 0,92 |
| 36 | -0,35 | -0,51 | -0,22 | 0,35 | 0,51 | 0,22 |
| 37 | -0,57 | -1,00 | -1,10 | 0,57 | 1,00 | 1,10 |
| 38 | -0,78 | -0,60 | -0,68 | 0,78 | 0,60 | 0,68 |
| 39 | -1,10 | -0,67 | -0,77 | 1,10 | 0,67 | 0,77 |
| 40 | -0,91 | -0,69 | -0,90 | 0,91 | 0,69 | 0,90 |
| 41 | -0,50 | -0,38 | -0,87 | 0,50 | 0,38 | 0,87 |
| 42 | -0,60 | -0,49 | -0,48 | 0,60 | 0,49 | 0,48 |
| 43 | -0,87 | -1,10 | -1,04 | 0,87 | 1,10 | 1,04 |
| 44 | -0,43 | -0,78 | -0,78 | 0,43 | 0,78 | 0,78 |
| 45 | -0,81 | -0,91 | -0,90 | 0,81 | 0,91 | 0,90 |
| 46 | -0,84 | -0,92 | -1,00 | 0,84 | 0,92 | 1,00 |
| 47 | -1,03 | -0,84 | -1,70 | 1,03 | 0,84 | 1,70 |
| 48 | -0,86 | -0,48 | -0,76 | 0,86 | 0,48 | 0,76 |
| 49 | -0,56 | -0,84 | -0,70 | 0,56 | 0,84 | 0,70 |
| 50 | -0,24 | -0,60 | -0,36 | 0,24 | 0,60 | 0,36 |

Tab. 29: Naměřená data se 7 % aditiv po 24 h.

| Po 24 hodinách 7% Aditiva 20,1°C 20,3% H | | | | Po 24 hodinách 7% Aditiva 20,1°C 20,3% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,47 | -0,52 | -0,33 | 0,47 | 0,52 | 0,33 |
| 2 | -0,90 | -0,88 | -0,76 | 0,90 | 0,88 | 0,76 |
| 3 | -0,19 | -0,43 | -0,40 | 0,19 | 0,43 | 0,40 |
| 4 | -0,36 | -0,06 | -0,29 | 0,36 | 0,06 | 0,29 |
| 5 | -0,39 | -0,37 | -0,68 | 0,39 | 0,37 | 0,68 |
| 6 | -0,47 | -0,24 | -0,36 | 0,47 | 0,24 | 0,36 |
| 7 | -0,36 | -0,17 | -0,10 | 0,36 | 0,17 | 0,10 |
| 8 | 0,06 | 0,02 | 0,00 | 0,06 | 0,02 | 0,00 |
| 9 | -0,39 | -0,06 | -0,06 | 0,39 | 0,06 | 0,06 |
| 10 | -0,77 | -0,60 | -0,62 | 0,77 | 0,60 | 0,62 |
| 11 | -0,25 | -0,23 | -0,18 | 0,25 | 0,23 | 0,18 |
| 12 | -0,73 | -0,59 | -0,35 | 0,73 | 0,59 | 0,35 |
| 13 | 0,03 | -0,25 | -0,15 | 0,03 | 0,25 | 0,15 |
| 14 | -0,81 | -0,35 | -0,60 | 0,81 | 0,35 | 0,60 |
| 15 | -0,26 | -0,13 | -0,37 | 0,26 | 0,13 | 0,37 |
| 16 | -0,69 | -0,25 | -0,47 | 0,69 | 0,25 | 0,47 |
| 17 | -0,28 | -0,16 | -0,41 | 0,28 | 0,16 | 0,41 |
| 18 | -0,83 | -0,16 | -0,24 | 0,83 | 0,16 | 0,24 |
| 19 | -0,81 | -0,29 | -0,35 | 0,81 | 0,29 | 0,35 |
| 20 | -0,40 | -0,17 | -0,16 | 0,40 | 0,17 | 0,16 |
| 21 | -0,52 | -0,12 | -0,10 | 0,52 | 0,12 | 0,10 |
| 22 | -0,45 | -0,47 | -0,45 | 0,45 | 0,47 | 0,45 |
| 23 | -1,43 | -0,82 | -0,23 | 1,43 | 0,82 | 0,23 |
| 24 | -0,50 | -0,48 | -0,37 | 0,50 | 0,48 | 0,37 |
| 25 | -0,88 | -0,53 | -0,85 | 0,88 | 0,53 | 0,85 |
| 26 | -0,53 | -0,54 | -0,61 | 0,53 | 0,54 | 0,61 |
| 27 | -0,64 | -0,46 | -0,58 | 0,64 | 0,46 | 0,58 |
| 28 | -0,36 | -0,39 | -0,57 | 0,36 | 0,39 | 0,57 |
| 29 | -0,07 | 0,00 | 0,10 | 0,07 | 0,00 | 0,10 |
| 30 | -0,52 | -0,64 | -0,55 | 0,52 | 0,64 | 0,55 |
| 31 | -0,26 | -0,09 | -0,02 | 0,26 | 0,09 | 0,02 |
| 32 | -0,57 | -0,48 | -0,42 | 0,57 | 0,48 | 0,42 |
| 33 | -0,11 | -0,19 | -0,17 | 0,11 | 0,19 | 0,17 |
| 34 | -0,45 | -0,44 | -0,30 | 0,45 | 0,44 | 0,30 |
| 35 | -0,48 | -0,26 | -0,27 | 0,48 | 0,26 | 0,27 |
| 36 | -0,49 | -0,29 | -0,19 | 0,49 | 0,29 | 0,19 |
| 37 | -0,43 | -0,73 | -0,65 | 0,43 | 0,73 | 0,65 |
| 38 | 0,47 | -0,23 | -0,41 | 0,47 | 0,23 | 0,41 |
| 39 | -0,29 | -0,11 | -0,36 | 0,29 | 0,11 | 0,36 |
| 40 | -1,08 | -0,45 | -0,67 | 1,08 | 0,45 | 0,67 |
| 41 | -0,53 | -0,47 | -0,60 | 0,53 | 0,47 | 0,60 |
| 42 | -0,46 | -0,18 | -0,30 | 0,46 | 0,18 | 0,30 |
| 43 | -0,62 | -0,57 | -0,47 | 0,62 | 0,57 | 0,47 |
| 44 | -0,54 | -0,21 | -0,42 | 0,54 | 0,21 | 0,42 |
| 45 | -0,27 | -0,40 | -0,37 | 0,27 | 0,40 | 0,37 |
| 46 | -0,70 | -0,47 | -0,60 | 0,70 | 0,47 | 0,60 |
| 47 | -0,55 | -0,22 | -0,73 | 0,55 | 0,22 | 0,73 |
| 48 | -0,47 | -0,47 | -0,34 | 0,47 | 0,47 | 0,34 |
| 49 | -0,37 | -0,13 | -0,40 | 0,37 | 0,13 | 0,40 |
| 50 | -0,80 | -0,08 | -0,14 | 0,80 | 0,08 | 0,14 |

Tab. 30: Naměřená data se 7 % aditiv po 36 h.

| Po 36 hodinách 7% Aditiva 20,2°C 20,3% H | | | | Po 36 hodinách 7% Aditiva 20,2°C 20,3% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,38 | -0,22 | -0,19 | 0,38 | 0,22 | 0,19 |
| 2 | -0,41 | -0,50 | -0,35 | 0,41 | 0,50 | 0,35 |
| 3 | -0,18 | -0,26 | -0,25 | 0,18 | 0,26 | 0,25 |
| 4 | -0,28 | -0,09 | -0,30 | 0,28 | 0,09 | 0,30 |
| 5 | -0,15 | -0,17 | -0,38 | 0,15 | 0,17 | 0,38 |
| 6 | -0,20 | -0,05 | -0,33 | 0,20 | 0,05 | 0,33 |
| 7 | -0,31 | -0,15 | -0,13 | 0,31 | 0,15 | 0,13 |
| 8 | -0,40 | -0,36 | -0,35 | 0,40 | 0,36 | 0,35 |
| 9 | -0,24 | -0,13 | -0,12 | 0,24 | 0,13 | 0,12 |
| 10 | -0,62 | -0,50 | -0,52 | 0,62 | 0,50 | 0,52 |
| 11 | -0,15 | -0,22 | -0,09 | 0,15 | 0,22 | 0,09 |
| 12 | -0,29 | -0,43 | -0,22 | 0,29 | 0,43 | 0,22 |
| 13 | -0,05 | -0,20 | -0,12 | 0,05 | 0,20 | 0,12 |
| 14 | -0,45 | -0,20 | -0,38 | 0,45 | 0,20 | 0,38 |
| 15 | -0,13 | -0,13 | -0,31 | 0,13 | 0,13 | 0,31 |
| 16 | -0,35 | -0,13 | -0,30 | 0,35 | 0,13 | 0,30 |
| 17 | -0,06 | -0,07 | -0,03 | 0,06 | 0,07 | 0,03 |
| 18 | -0,28 | -0,12 | -0,16 | 0,28 | 0,12 | 0,16 |
| 19 | -0,45 | -0,21 | -0,18 | 0,45 | 0,21 | 0,18 |
| 20 | -0,22 | -0,20 | -0,22 | 0,22 | 0,20 | 0,22 |
| 21 | -0,33 | -0,39 | -0,26 | 0,33 | 0,39 | 0,26 |
| 22 | -0,44 | -0,49 | -0,36 | 0,44 | 0,49 | 0,36 |
| 23 | -0,50 | -0,49 | -0,70 | 0,50 | 0,49 | 0,70 |
| 24 | -0,38 | -0,43 | -0,11 | 0,38 | 0,43 | 0,11 |
| 25 | -0,24 | -0,10 | -0,20 | 0,24 | 0,10 | 0,20 |
| 26 | -0,19 | -0,18 | -0,32 | 0,19 | 0,18 | 0,32 |
| 27 | -0,37 | -0,19 | -0,30 | 0,37 | 0,19 | 0,30 |
| 28 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| 29 | -0,05 | -0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,04 |
| 30 | -0,49 | -0,47 | -0,30 | 0,49 | 0,47 | 0,30 |
| 31 | -0,20 | -0,24 | -0,30 | 0,20 | 0,24 | 0,30 |
| 32 | -0,24 | -0,15 | -0,23 | 0,24 | 0,15 | 0,23 |
| 33 | -0,08 | 0,03 | -0,15 | 0,08 | 0,03 | 0,15 |
| 34 | -0,33 | -0,16 | -0,23 | 0,33 | 0,16 | 0,23 |
| 35 | -0,51 | -0,18 | -0,18 | 0,51 | 0,18 | 0,18 |
| 36 | -0,03 | -0,14 | -0,03 | 0,03 | 0,14 | 0,03 |
| 37 | -0,23 | -0,44 | -0,37 | 0,23 | 0,44 | 0,37 |
| 38 | -0,19 | -0,09 | -0,12 | 0,19 | 0,09 | 0,12 |
| 39 | -0,19 | -0,04 | -0,29 | 0,19 | 0,04 | 0,29 |
| 40 | -0,45 | -0,16 | -0,38 | 0,45 | 0,16 | 0,38 |
| 41 | -0,40 | -0,07 | -0,37 | 0,40 | 0,07 | 0,37 |
| 42 | -0,20 | 0,03 | -0,13 | 0,20 | 0,03 | 0,13 |
| 43 | -0,28 | -0,29 | -0,30 | 0,28 | 0,29 | 0,30 |
| 44 | -0,08 | -0,04 | -0,13 | 0,08 | 0,04 | 0,13 |
| 45 | -0,12 | -0,12 | -0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,13 |
| 46 | -0,40 | -0,17 | -0,32 | 0,40 | 0,17 | 0,32 |
| 47 | -0,36 | -0,09 | -0,35 | 0,36 | 0,09 | 0,35 |
| 48 | -0,23 | -0,11 | -0,23 | 0,23 | 0,11 | 0,23 |
| 49 | -0,19 | -0,07 | -0,38 | 0,19 | 0,07 | 0,38 |
| 50 | 0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 0,00 |

Tab. 31: Naměřená data se 7 % aditiv po 48 h.

| Po 48 hodinách 7% Aditiva 20,1°C 20,4% H | | | | Po 48 hodinách 7% Aditiva 20,1°C 20,4% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,30 | -0,23 | -0,10 | 0,30 | 0,23 | 0,10 |
| 2 | -0,26 | -0,36 | -0,20 | 0,26 | 0,36 | 0,20 |
| 3 | -0,03 | -0,08 | -0,09 | 0,03 | 0,08 | 0,09 |
| 4 | -0,07 | 0,00 | -0,03 | 0,07 | 0,00 | 0,03 |
| 5 | -0,07 | -0,10 | -0,03 | 0,07 | 0,10 | 0,03 |
| 6 | -0,04 | -0,03 | -0,09 | 0,04 | 0,03 | 0,09 |
| 7 | -0,05 | -0,07 | 0,00 | 0,05 | 0,07 | 0,00 |
| 8 | -0,13 | -0,16 | -0,05 | 0,13 | 0,16 | 0,05 |
| 9 | -0,02 | -0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,00 |
| 10 | -0,32 | -0,33 | -0,65 | 0,32 | 0,33 | 0,65 |
| 11 | -0,03 | -0,06 | -0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,04 |
| 12 | -0,23 | -0,28 | -0,13 | 0,23 | 0,28 | 0,13 |
| 13 | -0,04 | -0,12 | -0,04 | 0,04 | 0,12 | 0,04 |
| 14 | -0,22 | -0,10 | -0,07 | 0,22 | 0,10 | 0,07 |
| 15 | -0,15 | -0,24 | -0,28 | 0,15 | 0,24 | 0,28 |
| 16 | -0,06 | -0,04 | -0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,04 |
| 17 | -0,03 | -0,04 | 0,00 | 0,03 | 0,04 | 0,00 |
| 18 | -0,13 | -0,09 | -0,05 | 0,13 | 0,09 | 0,05 |
| 19 | -0,22 | -0,07 | -0,07 | 0,22 | 0,07 | 0,07 |
| 20 | -0,15 | -0,17 | -0,11 | 0,15 | 0,17 | 0,11 |
| 21 | -0,14 | -0,33 | -0,12 | 0,14 | 0,33 | 0,12 |
| 22 | -0,33 | -0,42 | -0,37 | 0,33 | 0,42 | 0,37 |
| 23 | -0,19 | -0,17 | -0,08 | 0,19 | 0,17 | 0,08 |
| 24 | -0,23 | -0,09 | -0,03 | 0,23 | 0,09 | 0,03 |
| 25 | -0,09 | -0,01 | -0,23 | 0,09 | 0,01 | 0,23 |
| 26 | -0,03 | -0,06 | -0,10 | 0,03 | 0,06 | 0,10 |
| 27 | -0,15 | -0,07 | -0,03 | 0,15 | 0,07 | 0,03 |
| 28 | -0,08 | -0,07 | -0,19 | 0,08 | 0,07 | 0,19 |
| 29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 30 | -0,24 | -0,40 | -0,20 | 0,24 | 0,40 | 0,20 |
| 31 | -0,14 | -0,05 | -0,04 | 0,14 | 0,05 | 0,04 |
| 32 | -0,05 | -0,04 | -0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,03 |
| 33 | -0,03 | 0,00 | -0,04 | 0,03 | 0,00 | 0,04 |
| 34 | -0,24 | -0,12 | -0,16 | 0,24 | 0,12 | 0,16 |
| 35 | -0,23 | -0,16 | -0,08 | 0,23 | 0,16 | 0,08 |
| 36 | -0,07 | -0,07 | -0,02 | 0,07 | 0,07 | 0,02 |
| 37 | -0,15 | -0,33 | -0,31 | 0,15 | 0,33 | 0,31 |
| 38 | -0,16 | -0,06 | -0,09 | 0,16 | 0,06 | 0,09 |
| 39 | -0,15 | -0,10 | -0,17 | 0,15 | 0,10 | 0,17 |
| 40 | -0,07 | -0,06 | -0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,07 |
| 41 | -0,15 | -0,06 | -0,24 | 0,15 | 0,06 | 0,24 |
| 42 | -0,19 | -0,08 | -0,11 | 0,19 | 0,08 | 0,11 |
| 43 | -0,33 | -0,35 | -0,30 | 0,33 | 0,35 | 0,30 |
| 44 | -0,08 | -0,04 | -0,13 | 0,08 | 0,04 | 0,13 |
| 45 | -0,07 | -0,05 | -0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,05 |
| 46 | -0,16 | -0,17 | -0,11 | 0,16 | 0,17 | 0,11 |
| 47 | -0,09 | 0,00 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,07 |
| 48 | -0,16 | -0,09 | -0,24 | 0,16 | 0,09 | 0,24 |
| 49 | -0,13 | -0,04 | -0,13 | 0,13 | 0,04 | 0,13 |
| 50 | 0,05 | 0,02 | 0,00 | 0,05 | 0,02 | 0,00 |

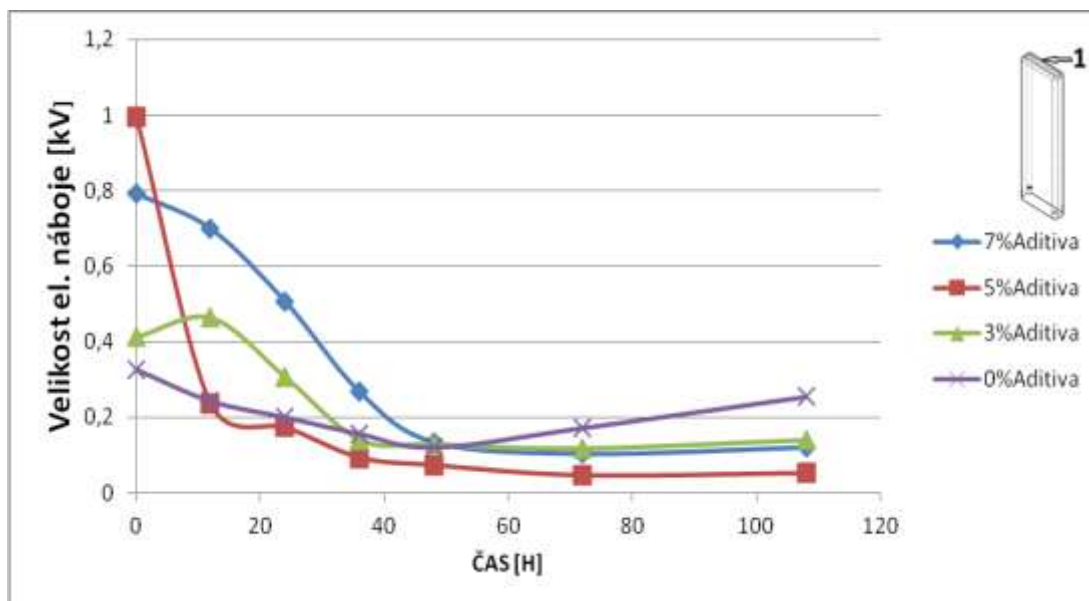
Tab. 32: Naměřená data se 7 % aditiv po 72 h.

| Po 72 hodinách 7% Aditiva 20,1°C 20,4% H | | | | Po 72 hodinách 7% Aditiva 20,1°C 20,4% H | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,34 | -0,30 | -0,10 | 0,34 | 0,30 | 0,10 |
| 2 | -0,23 | -0,25 | -0,30 | 0,23 | 0,25 | 0,30 |
| 3 | -0,02 | -0,04 | -0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,05 |
| 4 | -0,05 | -0,02 | -0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,02 |
| 5 | -0,05 | 0,00 | -0,02 | 0,05 | 0,00 | 0,02 |
| 6 | -0,06 | 0,02 | -0,03 | 0,06 | 0,02 | 0,03 |
| 7 | -0,04 | -0,06 | 0,00 | 0,04 | 0,06 | 0,00 |
| 8 | -0,16 | -0,14 | -0,06 | 0,16 | 0,14 | 0,06 |
| 9 | -0,02 | -0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,00 |
| 10 | -0,35 | -0,26 | -0,29 | 0,35 | 0,26 | 0,29 |
| 11 | -0,05 | -0,06 | 0,00 | 0,05 | 0,06 | 0,00 |
| 12 | -0,09 | -0,07 | -0,05 | 0,09 | 0,07 | 0,05 |
| 13 | -0,04 | -0,17 | -0,05 | 0,04 | 0,17 | 0,05 |
| 14 | -0,05 | -0,08 | -0,04 | 0,05 | 0,08 | 0,04 |
| 15 | -0,05 | -0,05 | -0,08 | 0,05 | 0,05 | 0,08 |
| 16 | -0,06 | -0,05 | -0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,07 |
| 17 | 0,00 | -0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 |
| 18 | -0,05 | -0,02 | -0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,02 |
| 19 | -0,15 | -0,10 | -0,06 | 0,15 | 0,10 | 0,06 |
| 20 | -0,12 | -0,12 | -0,05 | 0,12 | 0,12 | 0,05 |
| 21 | -0,14 | -0,33 | -0,14 | 0,14 | 0,33 | 0,14 |
| 22 | -0,14 | -0,13 | -0,07 | 0,14 | 0,13 | 0,07 |
| 23 | -0,24 | -0,19 | -0,09 | 0,24 | 0,19 | 0,09 |
| 24 | -0,10 | -0,06 | 0,00 | 0,10 | 0,06 | 0,00 |
| 25 | -0,06 | -0,04 | -0,02 | 0,06 | 0,04 | 0,02 |
| 26 | -0,06 | -0,06 | -0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,05 |
| 27 | -0,12 | -0,05 | -0,02 | 0,12 | 0,05 | 0,02 |
| 28 | -0,13 | -0,09 | -0,06 | 0,13 | 0,09 | 0,06 |
| 29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 30 | -0,16 | -0,40 | -0,09 | 0,16 | 0,40 | 0,09 |
| 31 | -0,10 | -0,07 | 0,00 | 0,10 | 0,07 | 0,00 |
| 32 | -0,04 | -0,04 | -0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 33 | 0,02 | 0,00 | -0,04 | 0,02 | 0,00 | 0,04 |
| 34 | -0,14 | -0,10 | -0,12 | 0,14 | 0,10 | 0,12 |
| 35 | -0,07 | -0,06 | -0,03 | 0,07 | 0,06 | 0,03 |
| 36 | -0,09 | -0,04 | -0,01 | 0,09 | 0,04 | 0,01 |
| 37 | -0,04 | -0,04 | -0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 |
| 38 | -0,09 | -0,04 | -0,03 | 0,09 | 0,04 | 0,03 |
| 39 | -0,18 | -0,09 | -0,12 | 0,18 | 0,09 | 0,12 |
| 40 | -0,08 | -0,05 | -0,05 | 0,08 | 0,05 | 0,05 |
| 41 | 0,00 | -0,02 | -0,04 | 0,00 | 0,02 | 0,04 |
| 42 | -0,16 | -0,04 | -0,09 | 0,16 | 0,04 | 0,09 |
| 43 | -0,40 | -0,36 | -0,32 | 0,40 | 0,36 | 0,32 |
| 44 | -0,07 | -0,04 | -0,05 | 0,07 | 0,04 | 0,05 |
| 45 | -0,05 | -0,04 | -0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,02 |
| 46 | -0,12 | -0,11 | -0,05 | 0,12 | 0,11 | 0,05 |
| 47 | -0,07 | -0,02 | -0,07 | 0,07 | 0,02 | 0,07 |
| 48 | -0,12 | -0,06 | -0,13 | 0,12 | 0,06 | 0,13 |
| 49 | -0,16 | -0,02 | -0,04 | 0,16 | 0,02 | 0,04 |
| 50 | -0,07 | -0,04 | 0,00 | 0,07 | 0,04 | 0,00 |

Tab. 33: Naměřená data se 7 % aditiv po 108 h.

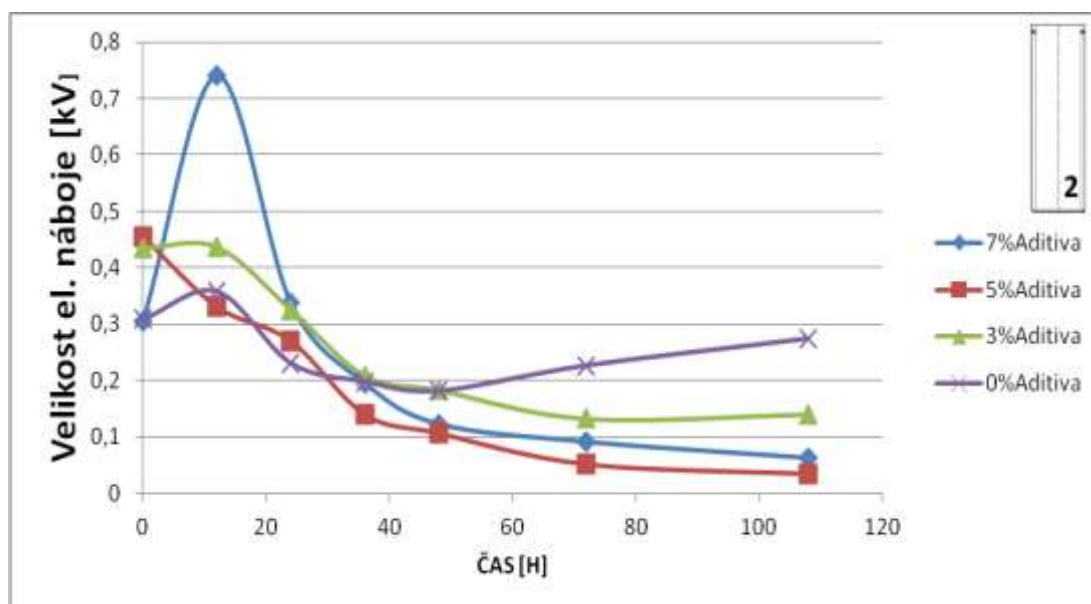
| Po 108 hodinách 7% Aditiva 20,1°C 20,7% H | | | | Po 108 hodinách 7% Aditiva 20,1°C 20,7% H | | |
|--|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
| Naměřené hodnoty el. náboje [kV] | | | | Naměřené absolutní hodnoty el. náboje [kV] | | |
| vzorek číslo | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 | plocha č. 1 | plocha č. 2 | plocha č. 3 |
| 1 | -0,20 | -0,09 | -0,06 | 0,20 | 0,09 | 0,06 |
| 2 | -0,12 | -0,04 | -0,07 | 0,12 | 0,04 | 0,07 |
| 3 | -0,03 | -0,03 | -0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,06 |
| 4 | -0,03 | -0,01 | -0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,03 |
| 5 | -0,04 | -0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,02 | 0,00 |
| 6 | -0,08 | -0,03 | -0,05 | 0,08 | 0,03 | 0,05 |
| 7 | -0,04 | -0,07 | 0,00 | 0,04 | 0,07 | 0,00 |
| 8 | -0,20 | -0,12 | -0,05 | 0,20 | 0,12 | 0,05 |
| 9 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 0,00 |
| 10 | -0,25 | -0,16 | -0,21 | 0,25 | 0,16 | 0,21 |
| 11 | -0,08 | -0,11 | -0,01 | 0,08 | 0,11 | 0,01 |
| 12 | -0,08 | -0,07 | -0,03 | 0,08 | 0,07 | 0,03 |
| 13 | -0,03 | -0,07 | -0,02 | 0,03 | 0,07 | 0,02 |
| 14 | -0,27 | -0,08 | -0,06 | 0,27 | 0,08 | 0,06 |
| 15 | -0,05 | -0,03 | -0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| 16 | -0,06 | -0,03 | -0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,04 |
| 17 | -0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| 18 | -0,09 | -0,02 | -0,04 | 0,09 | 0,02 | 0,04 |
| 19 | -0,29 | -0,06 | -0,08 | 0,29 | 0,06 | 0,08 |
| 20 | -0,16 | -0,04 | -0,07 | 0,16 | 0,04 | 0,07 |
| 21 | -0,09 | -0,12 | -0,03 | 0,09 | 0,12 | 0,03 |
| 22 | -0,13 | -0,06 | -0,07 | 0,13 | 0,06 | 0,07 |
| 23 | -0,06 | -0,10 | -0,04 | 0,06 | 0,10 | 0,04 |
| 24 | -0,20 | -0,04 | -0,01 | 0,20 | 0,04 | 0,01 |
| 25 | -0,07 | -0,01 | 0,00 | 0,07 | 0,01 | 0,00 |
| 26 | -0,02 | -0,03 | -0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| 27 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | 0,12 | 0,04 | 0,01 |
| 28 | -0,35 | -0,10 | -0,10 | 0,35 | 0,10 | 0,10 |
| 29 | -0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| 30 | -0,17 | -0,29 | -0,09 | 0,17 | 0,29 | 0,09 |
| 31 | -0,06 | -0,02 | 0,01 | 0,06 | 0,02 | 0,01 |
| 32 | -0,08 | -0,03 | -0,03 | 0,08 | 0,03 | 0,03 |
| 33 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| 34 | -0,23 | -0,06 | -0,11 | 0,23 | 0,06 | 0,11 |
| 35 | -0,09 | -0,06 | -0,02 | 0,09 | 0,06 | 0,02 |
| 36 | -0,17 | -0,05 | 0,00 | 0,17 | 0,05 | 0,00 |
| 37 | 0,02 | -0,01 | -0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| 38 | -0,08 | -0,04 | -0,03 | 0,08 | 0,04 | 0,03 |
| 39 | -0,15 | -0,02 | -0,07 | 0,15 | 0,02 | 0,07 |
| 40 | -0,08 | -0,05 | -0,07 | 0,08 | 0,05 | 0,07 |
| 41 | -0,14 | -0,04 | -0,05 | 0,14 | 0,04 | 0,05 |
| 42 | -0,24 | -0,12 | -0,12 | 0,24 | 0,12 | 0,12 |
| 43 | -0,37 | -0,40 | -0,17 | 0,37 | 0,40 | 0,17 |
| 44 | -0,09 | -0,03 | -0,03 | 0,09 | 0,03 | 0,03 |
| 45 | -0,07 | -0,02 | -0,02 | 0,07 | 0,02 | 0,02 |
| 46 | -0,20 | -0,05 | -0,03 | 0,20 | 0,05 | 0,03 |
| 47 | -0,11 | -0,04 | -0,05 | 0,11 | 0,04 | 0,05 |
| 48 | -0,18 | -0,06 | -0,16 | 0,18 | 0,06 | 0,16 |
| 49 | -0,16 | -0,02 | -0,06 | 0,16 | 0,02 | 0,06 |
| 50 | -0,08 | -0,06 | 0,00 | 0,08 | 0,06 | 0,00 |

4 Vyhodnocení výsledků



Obr. 28: Závislost velikosti el. náboje na čase. (Plocha č.1)

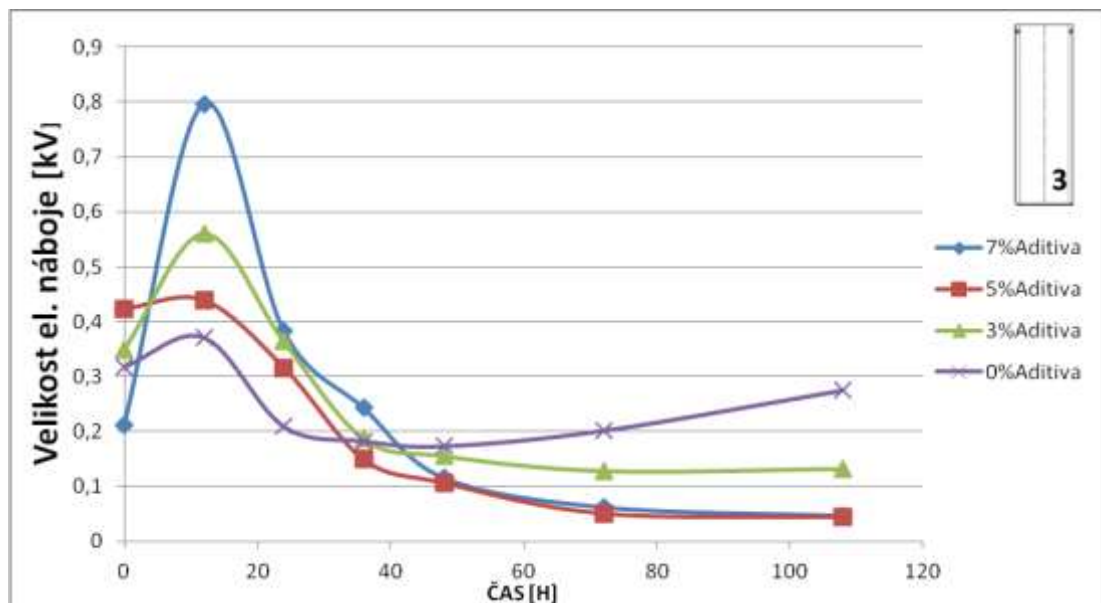
První měření vždy probíhalo na dně výrobku (Plocha č. 1). V tomto místě byl většinou elektrostatický náboj největší. Z obrázku č. 28 je patrné, že intenzita el. náboje ihned po výrobě s 5% aditiva je sice nejvyšší, ale s odstupem několika hodin výrazně klesá a nízké hodnoty el. náboje si výrobek udržuje po zbytek měření. Je vcelku zajímavé, že hodnoty el. náboje jsou ihned po výrobě vysoké u sérií s vyšším obsahem aditiva a naopak s klesajícím procentem jeho velikost klesá. Tento jev je pouze přechodný a zhruba po 36 hodinách el. náboj klesne na minimální hodnotu a tu si udržuje již po celou dobu. Jelikož je pro nás nejdůležitější, aby si výrobek udržel tyto vlastnosti po celou dobu životnosti a počáteční problémy s vysokým el. nábojem, lze snadno odstranit použitím ionizátorů, musíme se tedy zaměřit na dlouhodobou hodnotu el. náboje která je viditelně nejlepší u série s 5 % aditiva.



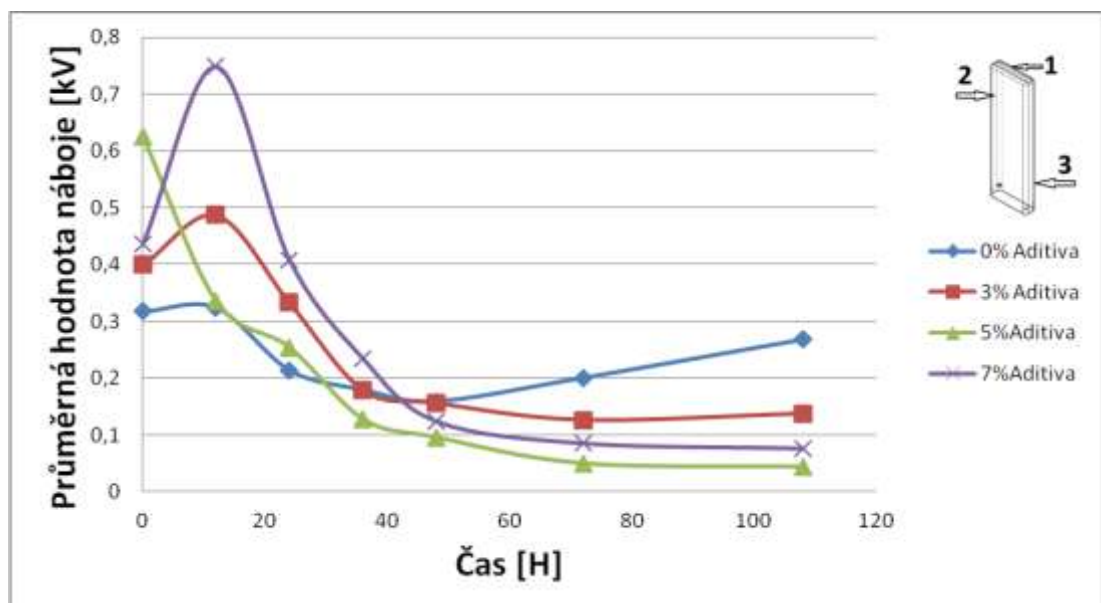
Obr. 29: Závislost velikosti el. náboje na čase. (Plocha č.2)

Druhé měření vždy probíhalo na očíslované straně výrobku (Plocha č. 2). Z hodnot, které byly naměřeny na jedné z největších ploch, se opakuje problém z předchozího měření. Je zde velký el. náboj ihned po výrobě u sérií s vyšším procentem aditiv, který s časovým odstupem klesá na minimální hodnotu a to zhruba po 48 hodinách. Na druhé měřené ploše se opět potvrzují nejnižší hodnoty el. náboje u série s 5% antistatického aditiva.

Třetí měření bylo vždy provedeno na straně neočíslované (Plocha č. 3). Průběh velikosti el. náboje (viz. obr. 30) je poměrně totožný jako u plochy č. 2 (viz. obr. 26). V tomto případě průběh velikosti el. náboje u série s 5% antistatických aditiv zhruba po 48 hodinách koresponduje s průběhem velikosti el. náboje u série se 7% antistatických aditiv.



Obr. 30: Závislost velikosti el. náboje na čase. (Plocha č. 3)



Obr. 31: Průměrné hodnoty náboje v závislosti na čase

V konečném výsledku jsou nejdůležitější vlastnosti výrobku jako celku. V obrázku č. 31 průměrných hodnot el. náboje v závislosti na čase, jsou jasně viditelné vyšší hodnoty el. náboje ihned po výrobě u sérií s vyšším procentem antistatických aditiv. Jak již bylo zmíněno u prvního měření, je pro nás nejdůležitější dlouhodobé hledisko a problémy s vyšším el. nábojem je možné řešit použitím

doplňkových technologií, které jsou uvedeny v rešeršní části. Nízké hodnoty el. náboje jsou přibližně po 48 hodinách. Ovšem lepších hodnot než u ostatních sérií dosahuje série s 5% antistatického aditiva již po 12 hodinách. Z naměřených hodnot a grafického znázornění průběhu el. náboje je tedy jasné, že 5% antistatického aditiva vykazuje lepší antistatické vlastnosti konečného výrobku než ostatní měřené obsahy aditiv.

Doporučení pro průmyslovou praxi na základě zjištěných výsledků:

Firma GDK nyní používá 7% antistatického aditiva. Na základě naměřených hodnot navrhuji snížení množství aditiva na 5%. Toto množství použitého aditiva nejen zlepšuje konečné vlastnosti zkoušených vzorků, ale také vede ke snížení výrobních nákladů. Při ceně 169 Kč za kg bez DPH a spotřebě cca 210 kg ročně, povede snížení jeho obsahu ze 7% na 5% úsporu nákladů na výrobu až 10 140 Kč bez DPH za rok.

5 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo měření a hodnocení množství aditiv u vytlačovacího vyfukování. V rešeršní části diplomové práce jsem se zabýval technologií výroby a materiály ze kterých jsou měřené vzorky vyráběny.

V další části jsou podrobně popsány možnosti neutralizace elektrostatického náboje ať již pomocí přídavných technologií nebo pomocí antistatického aditiva přidaného do základního materiálu.

Na základě rešeršní části, bylo vyrobeno několik desítek vzorků, které byly měřeny na několika místech. Na přístroji Fieldmeter model 775 bylo provedeno měření na 3 stranách vzorku s odstupem několika hodin. Pro lepší přehlednost a porovnání jsou naměřené hodnoty uvedeny v tabulkách a následně přeneseny do grafů.

Z obrázků je jasné patrné, že nejmenší hodnoty el. náboje mají výrobky s 5% aditiva, dále se 7% aditiva následují 3% aditiva a na posledním místě 0% aditiva. Z každé série byly spočítány průměry el. nábojů a na základě těchto výsledků byl zpracován výsledný graf závislosti el. náboje na čase a množství aditiv. V obrázku č. 31 se jasné potvrdila jako nejvýhodnější varianta s 5% aditiva.

6 Literatura

- [1] GDK, dostupné online < www.gdk.cz >, citace dne 15. 4. 2013
- [2] Sotallia, dostupné online < www.sotallia.com >, citace dne 11. 4. 2013
- [3] LENFELD, P., *Technologie II: zpracování plastů*, Liberec 2009, ISBN 978-80-7372-467-2
- [4] KREBS, J., *Teorie zpracování nekovových materiálů*, Liberec 2006, ISBN 80-7372-133-3
- [5] KVASNICA, J., *Teorie elektromagnetického pole*. Vyd. 1. Praha : Academia, 1985. 450 s
- [6] Petroleum, dostupné online
<<http://www.petroleum.cz/vyrobky/polypropylen.aspx>>, citace dne 10. 5. 2013
- [7] Polyolefiny, dostupné online
<<http://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/PE%20a%20PP2013.pdf>>, citace dne 6. 5. 2013
- [8] Elektrostatika, dostupné online <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrostatika>>, citace dne 01. 04. 2013
- [9] Lontech, dostupné online < www.lontech.cz >, citace dne 17. 4. 2013
- [10] Antistatické přípravky, dostupné online < <http://akzonobel.com> >, citace dne 28. 4. 2013
- [11] USPTO Patent Full-Text and Image Database, dostupné online
<<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnethtml%2FPTO%2Fsearchbool.html&r=1&f=G&l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN%2F7169333>>, citace dne 12. 5. 2013
- [12] MYSLÍK, J., *Elektromagnetické pole : základy teorie*. 1.vydání. Praha : Nakladatelství BEN, 1998. 159 s. ISBN 80-86056-43-0.
- [13] SEDLÁK, B., ŠTOLL, I.: *Elektrina a magnetismus*. Praha : Academia, 1993. 632 s. ISBN 80-200-0172-7.
- [14] National Fire Protection Asociation, dostupné online
<http://www.nfpa.org/itemDetail.asp?categoryID=953&itemID=23071&URL=Research%20&%20Reports/Fire%20statistics/Trends&cookie_test=1>, citace dne 12. 5. 2013

- [15] ŠUTA, M., *Chemické látky v životním prostředí a zdraví*, Ekologický institut Veronica, Brno 2008, ISBN 978-80-87308-00-4
- [16] Li C., Liang T., Lu W., Tang C., Hu X., Cao M., LiangJ.: *Improving the antistatic ability of polypropylene fibers by inner antistatic agent filled with carbon nanotubes. Composites Science and Technology*, 64, 2089–2096 (2004).
- [17] Wells Plastics Limited, dostupné online
<<http://www.wellsplastics.com/httdocs/antistatics.html>>, citace dne 1. 4. 2013
- [18] Unipetrol, dostupné online < www.unipetrol.com >, citace dne 18. 5. 2013
- [19] GRAPHITE FOR POLYMER MATERIALS, dostupné online < www.graphite.de >, citace dne 28. 4. 2013
- [20] Produkce plastů, dostupné online < www.ksp.tul.cz >, citace dne 21. 4. 2013
- [21] Ponas, dostupné online < www.ponas.cz >, citace dne 20. 5. 2013
- [22] TZB Info, dostupné online < www.tzb-info.cz >, citace dne 20. 5. 2013
- [23] Polymer Institute Brno, dostupné online <<http://polymer.cz>>, citace dne 27. 3. 2013

P r o h l á š e n í

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Declaration

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. Applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Works.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If use my thesis or garant a licence for its use, I am aware of the fact I must inform TUL of this fact, in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and konsultant.

Date

Signature